

PHYSICS

فیزیا

فہوزی زہکی ہہناری

FUNDAMENTAL OF
MECHANICS

میکانیک
بہ ماکانی

منتدی اقرأ الثقافی
www.iqra.ahlamontada.com

WWW.IQRA.AHLAMONTADA.COM



بۆدابه زاندى جۆره ها كتيب: سەردانى: (مُنْتَدَى إِقْرَأَ الثَّقَافِي)

لتحميل أنواع الكتب راجع: (مُنْتَدَى إِقْرَأَ الثَّقَافِي)

براي دانلود كُتَابه‌اي مَحْتَلَف مَراجعه: (منتدى اقرا الثقافى)

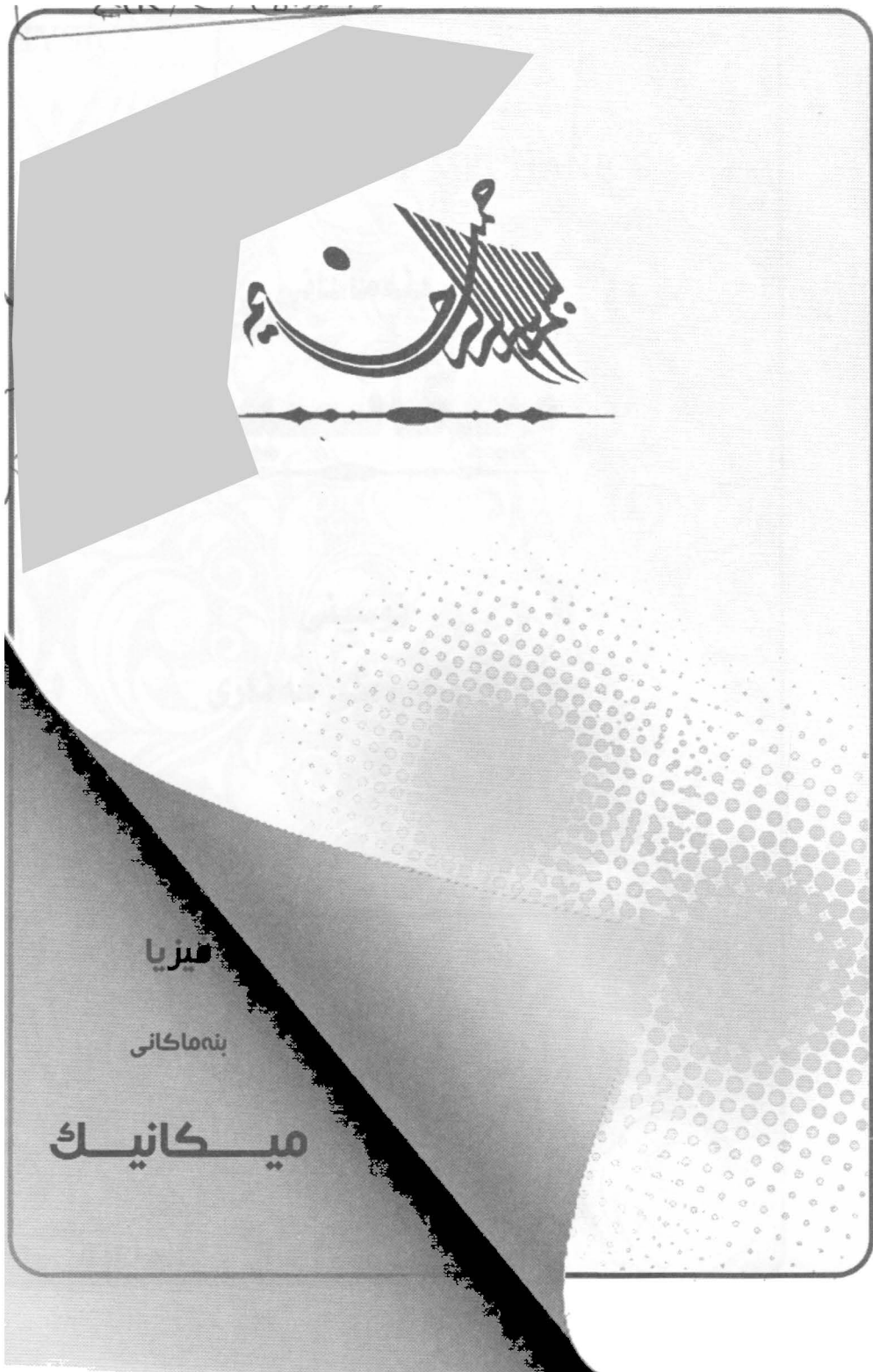
www.iqra.ahlamontada.com



www.iqra.ahlamontada.com

للكتب (كوردى , عربى , فارسى)

WWW.IQRA.AHLAMONTADA.COM



PHYSICS

فیزیا

FUNDAMENTALS OF MECHANICS

بنه ماكانی

میکانیك

نوسینی

فهووزی زهکی هه ناری





بنہ ماکانی میکانیک

فہرزی زہکی ہہناری

نوسینی

نوسینگہی تہ فسیر بو بلاوکردنہوہ-ہہوئیر

بلاوکردنہوہی

چاپخانہی شہاب-یونس عباس اسماعیل

تایپ و دیزاین

ترایزون

نہ خشہ سازی بہرگ

(۱۵۰۰) دانہ

تیراژ

لہ بہرئوہہ رایہ تی گشتی کتبخانہ گشتیہ کان ژمارہی سپاردن (۱۴۰) ی سالی (۲۰۱۵) ی پیدراوہ



مافی لہ چاپدانہوہی پاریزراوہ

نوسینگہی تہ فسیر

بو بلاوکردنہوہو راگہ یاندن

ہہوئیر - شہقامی دادکا - ژیر ٹوٹیلی شیرین یالاص

Mob: +964 750 460 51 22

Tel: +964 750 818 08 66

www.tafseer-pub.com

tafseeroffice@yahoo.com

پیشہ کی

ئوانہی له بواره کانی وەرگێڕان و دانان ئاگادارن، کاتیك سەردانی کتێبخانەکان و پیشەنگاکانی کتێبان دەکەن، هەست دەکەن بە کەمیەکی زۆر تا رادهی نەبوونی سەرچاوەکان لەبۆاری زانستیدا بەزمانی کوردی له چاو سەرچاوە وێژەیی و ئاینیەکان. وە لەبەر ئەوەی چەند دەیه که خوێندن له کوردستانی عێراق بەزمانی کوردی، بۆیه گومانم هەیه که زۆرترین قوتابیە دەرچوووەکانی قۆناغی ئامادەیی تاكو دەرچووانی کۆلیژەکانیش بتوانن سوود لەسەرچاوە زانستیهکان به زمانی عەرەبی وەرگیرن. بۆیه هەبوونی سەرچاوە زانستیهکان به زمانی کوردی شتیکی پێویسته، منیش وەك ئەرکیکی سەرشانم، بۆ خزمەتکردنی هاوولاتیان بەتایبەتی ئوانەیی هیوایەتی زانستیان هەیه و ئوانەیی کارمەندن له بۆاری زانستهکان، هەلسام به دانانی کتێبێك له بۆاری بابەتی فیزیا به عینوانی (سەرەتاکانی میکانیک) به هیوای ئەوەی سوودی بۆ قوتابیان و مامۆستاکانی فیزیا و دەرچووانی کۆلیژە زانستیهکان هەبێت.

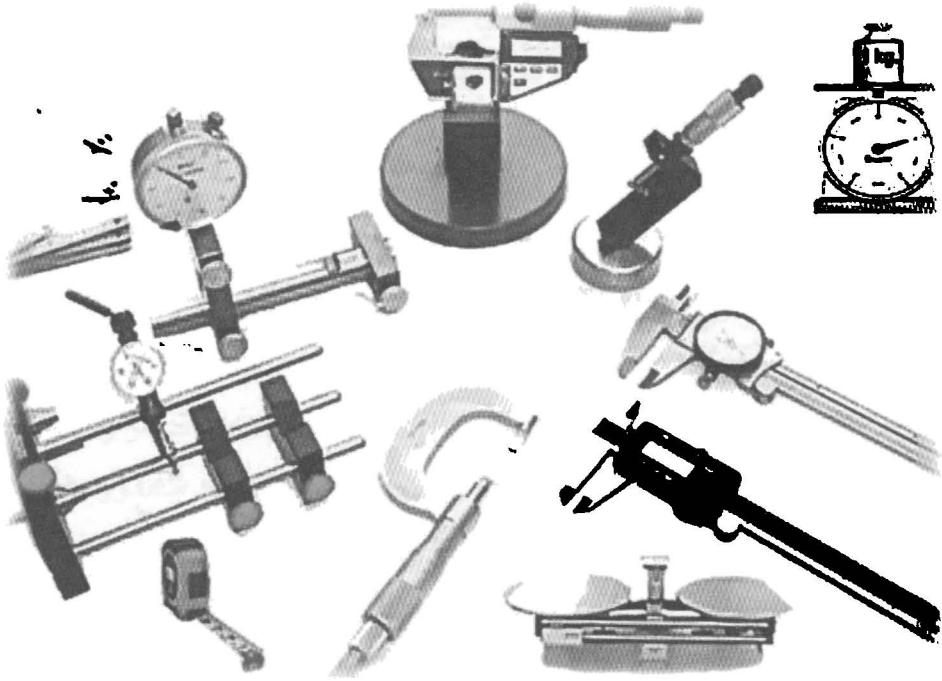
داواکارم له ئوانەیی تواناو شارەزاییان هەیه، بەشداری له وەرگێڕان و دانانی کتێبه زانستیهکان بکەن به مەبەستی پرکردنەوهی ئەو کەلینەیی له کەمی کتێبه زانستیهکان پەیداووبووه و له ئەنجامدا قوتابیان و خەڵکان سوودی لی وەرگیرن. سوپاسی بەرپێز ((یونس عباس اسماعیل)) دەکەم که به کارماییهکی بهرزو به پشویکی درێژوو سەبرو ئارامییهکی گەوره هەلسا به تایپکردنی ئەم کتێبه به کۆمپیوتەر له چاپخانهی ((مەریوان گرافیک)) سوپاسی هەموو کارمەنده بەریزهکانی ئەم چاپخانه دەکەم. ... له گەڵ رێزمان.

فەوزی زەکی مەناری

٢٠١٤/٩/٥

هەولێر

Units of measurements یه که کانی پیوان



نه گهر توانیت نه وهی دمبراره ی دمدونیت بییویت و به ژماره دمری بریت، نهوا توشنیک
دمبراره ی لیدوانه که ت دمرانی، به لام نه گهر نه توانی بییویت و به ژماره دمری بریت نهوا
زانباریه که ت که موکوور دهریت و خه نك نیقناع ناکات.

– لورد کالفن –

(۱-۱) یه که گای پیوان

فیزیا به زانستی مادده و وزه پیتاسه ده کریت، (The Science of matter and energy)، زانستی فیزیا مامه له له گه ل ژور لقه کانی تری زانسته کان ده کات، وه ک کیمیا، زانسته کانی زه وی، گه ردووناسی .. هتد.

بنچینه ی زانستی فیزیای ئه مپۆ ئه و فیزیا کلاسیکیه یه که له سه ده ی پازده م و شارده م له زه مانى ئیسحاق نیوتن و گالیلئوه ده ستپیکردوه و تا کوتایى سه ده ی نۆزده م له سه ر ده ستی کۆمه لێک له زانا کان وه ک جول و ماکسوئل و فارادای و باسکال گه شه ی کردوه .

لقه کانی فیزیای کلاسیکی ئه مانه ن: - میکانیک - گه رمی - ده نگ - کاره بابی و موگناتسی - رووناکی . ئینجا له سه ره تای سه ده ی بیسته م له سالی 1900 ماکس پلانک ئاشکرای کرد که ده توانریت مادده بو وزه بگۆردریت، ئه مه ش سه ره تای ریگا بوو بو کردنه وه ی به شیکی تری فیزیا، پیی ده گوتریت فیزیای نوێ (modern physics)، ئه مه ش چه ند لقیک ده گرته وه، وه ک بیرۆدۆزی ریژه یی ئاینشتاین و فیزیای کوانته م، له بواری فیزیای نویدا ئه م دیاردانه، کاریگه ری کارو رووناکی، ده رچوونی تیشکی ئیکس، دیارده ی کۆمپتن، شروقه ده کرین و لیکده درینه وه .

زانستی فیزیا به پیی بنه مایه کی عه قلی بیناده کریت و پیشده که ویت. پیی ده گوتری شیوازی زانستی، ئه م شیوازه ش له سی هه نگاو پیکدیت:

۱- تیروانی ورد و پیوان و شیکردنه وه .

۲- دیارکردنی ئه نجامه کان و بیرۆدۆزه کان که ئه م شیکردنه وانه روونده که نه وه .

۳- هه لسان به تاقیکردنه وه بو ئه وه ی بزاین ئه م بیرۆدۆزو شیکردنه وانه ی پیشنیارکراون تا چ راده یه ک ریک و ته واون .

هر برېك، به پټي يه كه يه كي (Unit) تاييه تي ده پټوريت. نه م يه كه يه ش پټويسته نرخه ژماره ييه كه ي بره كه ديارى بكات، بۆ نمونه نيمه ده توانين دريژى به يه كه ي سهننيمه تر، يان مه تر يان كيلومه تر بپټوين، نه گه ر گوتمان دريژى ته نيك (24)ه، نه مه ده برپرينيكي بى مانايه، بۆ نه وي له و ده برپينه بيگومان بين پټويسته يه كه ي پټوانى له گه لدا بگوتريت. وهك بليين دريژى ته نيك 24m مه تره يان 24km كيلومه تره.

نه ويه كه بنه رپه تيانه ي له نيزامى نيوده وله تي (International system) (SI) بۆ پټوانه به كاردټن، له خواره وه پټناسه كراون:

دريژى (Length). نه ويه كه پټوه ريه ي standard بۆ پټوانى دريژى له نيزامى (SI) به كاردټت، مه تره (meter).

مه تر: دريژيه كي دياريكراوه يه كسانه به دوورى نتيوان دوو هټلى ته ريبي نه خشكراوه له سه ر تووليك له دارشته ي پلاتين و نه ريديوم له سفر پله ي سيليزى له موزه خانه ي سيفه ر له نزيك پارييس پاريزراوه.

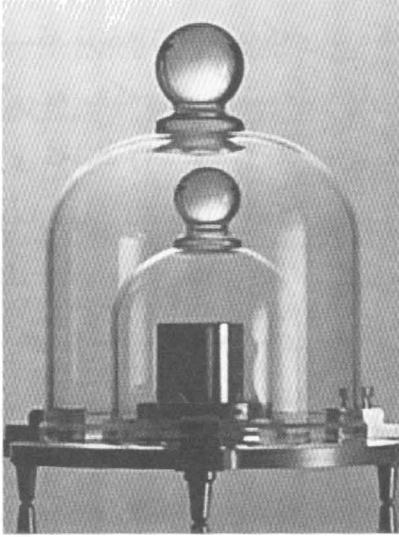
چه نده ها نوسخه ي نه م مه تره پټوه ريه (standard) به سه ر ولاته كانى جيهان دابه شكراوه، بۆ نه ويه يه كه ي پټوانى دريژى له هه موو جيهاندا وه كيه ك بيت.

له سالى 1960، مه تر سه ر له نوئ پټناسه كرايه وه، كه يه كسانه به دريژى 1650763.73 شه پؤل، له شه پوله كانى رووناكى پرته قالى كه له گه رديله وروژينراوه كانى گازى كريبتون 86 ده رده چن.

$$1m=100cm, 1km=1000m, 1cm=10mm \text{ (مليمه تر)}$$

مه تر دووجا (m^2)، يه كه ي پټوانى رووبه ره. ده كاته رووبه رى چوار گوشه يه ك دريژى هه ر لايه كي يه ك مه تر بيت، (m^2 يه كه يه كي ده ره يټنراوه)
 $1m^2=10^4cm^2, 1km^2=10^6m^2, 1cm^2=10^2(mm)^2$

مه تر سيچا. (m^3)، يه كه ي پټوانه ي قه باره يه، ده كاته قه باره ي شه شپالوئيك دريژى هه ر لايه كي يه ك مه تر بيت (m^3 يه كه يه كي ده ره يټنراوه)
 $1m^3=10^6cm^3, 1cm^3=10^3(mm)^3$



وینە ۱-۱: کیلوگرام ستاندارد

بارستە: (Mass). بارستە

تەنیک، بری ئو ماددە یە کە لە تەنە کە دا هە یە. یە کە ی ستانداردی پێوانی بارستە لە نێزامی (SI) کیلوگرامە (kg).

کیلوگرام: (kg) بریتییە لە بارستە ی لۆلە کێکی تایبەتی، لە دارشتە ی پلاتین و ئێریدیۆم لە مۆزەخانە ی سیفەر نزیك پاریس پارێزراوە.

چە نە دە ها کۆپی ئە م کیلوگرامە بە هۆی تەرازووی دوو باسکە وە دە رهێنراوە، بە سەر جیهاندا دا بە شکر اوە.

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}, 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g (گرام)}, 1 \text{ gr} = 1000 \text{ mgr}$$

کات: (Time). یە کە ی ستانداردی کات، چرکە یە.

چرکە: (Second): بریتییە لە $\frac{1}{86400}$ تیکرایسی رۆژیکی خۆری.

یە ک رۆژی خۆری ئو ماوە کاتیە یە کە زەوی دە یخاینیت بۆ ئو هە ی یە ک

خول بە دە وری خۆیدا بە گوێرە ی خۆر بخولیتە وە.

$$1 \text{ day} = 24 \text{ h}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ روز} = 24 \text{ ساعات}$$

$$1 \text{ ساعت} = 60 \text{ دقیقه}$$

$$1 \text{ دقیقه} = 60 \text{ چرکە}$$

کاتیک مامە لێ لە گە ل یاسا و هاوکێشە کانی فیزیا دە کە ی ن، شتیکی پێویستە تاقمیک لە یە کە گونجاوە کان بە کاربھێنن، ئیمپۆ گرینگترینیان، سیستمی نێودە وڵە تیە SI. (System International). لە م سیستە مە دا، یە کە ی ستانداردی پێوانی درێژی مە ترە، وە یە کە ی ستانداردی پێوانی بارستە

کیلۆگرامه وه یه‌که‌ی ستانداردی پێوانی کات چرکه‌یه، ئەم سیستهمه‌ش که له‌م کتێبه‌دا به‌کاری ده‌هێنین، پێی ده‌گوتری سیستمی (مه‌تر - کیلۆگرام - چرکه) . (M.K.S).

سیستمیکی تره‌یه، ئەویش سیستمی (c.g.s). تیایدا سه‌نتیمه‌تر، گرام، چرکه. یه‌که‌ی ستانداردی پێوانی درێژی و بارسته‌و کاتن. له‌ راستیدا (v) یه‌که‌ی بنه‌په‌تی (ستاندارد) هه‌ن له‌ نیزامی (SI) دا، وه‌ له‌ به‌رئوه‌ی ئیشمان به‌ هه‌موویان نیه، ته‌نها ناوه‌کانیان له‌ خسته‌ی خواره‌وه‌ پێشانده‌ده‌ین.

بر	یه‌که	کۆرتکراوه‌ی یه‌که‌که
درێژی	مه‌تر (meter)	m
بارسته	کیلۆگرام (kilogram)	kg
کات	چرکه (second)	S
ته‌زوی کاره‌با	ئه‌مپێر (ampere)	A
پله‌ی گه‌رمی	پله‌ی که‌لفن (kelvin)	K
بپی ماده‌	مۆل (mole)	mole
هێزی رووناکیدان	مۆم (candela)	cd

له‌ سیستمی مه‌تریدا، ئەو یه‌کانه‌ی گه‌وره‌ترین یان، بچووکترین له‌ یه‌که‌ بنه‌په‌تیه‌که، به‌ چه‌ندجاره‌ی (10) ده‌رده‌بڕین. به‌مه‌ش هه‌ژمارکردن ئاسان ده‌بێت. ئەم پێشگرانه، وه‌ك کیلۆ، سه‌نتی... له‌ خسته‌ی 1-1 لیسته‌کراون.

1-1 خشتهی

پیشگره	کورتکراوهی	برهکهی
<i>tera</i>	<i>T</i>	10^{12}
<i>giga</i>	<i>G</i>	10^9
<i>mega</i>	<i>M</i>	10^6
<i>kilo</i>	<i>k</i>	10^3
<i>hecto</i>	<i>h</i>	10^2
<i>deka</i>	<i>da</i>	10^1
<i>deci</i>	<i>d</i>	10^{-1}
<i>centi</i>	<i>c</i>	10^{-2}
<i>milli</i>	<i>m</i>	10^{-3}
<i>micro</i>	μ	10^{-6}
<i>nano</i>	<i>n</i>	10^{-9}
<i>pico</i>	<i>p</i>	10^{-12}

(1-2) هه نډی له زانیاریه بنچینه ییبه پیوسته کان؛

1- نووسینی ژماره کان به شیوهی توانه کان.

ده توانریت ته ژمارانهی فره خانه ن به شیوهی توان بنووسرین، تهویش به جوولاندنی ناوبره دهی (الفاصله العشریه) به رهو لای چهپ تا یه ک ژماره ی ته و او ده مینیتتهو، ئینجا ژماره ی تهو خانانه هه ژمار ده کریت که ناوبره که ی بو جوولیتراوه به شیوهی توانی موجهی ژماره (10) ده نووسریت. بو نمونه:

$$a- 1000000 = 1 \times 10^6$$

$$b- 96000 = 9.6 \times 10^4$$

$$c- 725 = 7.25 \times 10^2$$

وه نه گه ناوبره ده ییبه که به رهو لای راست جوولیترا، ته و ژماره ی تهو خانانه هه ژمار ده کریت که ناوبره که ی بو جوولیتراوه، ئینجا به شیوهی توانی سالیب ده نووسریت.

بۇ نموونە :

$$a- 0.0063 = 6.3 \times 10^{-3}$$

$$b- 0.0005 = 5 \times 10^{-4}$$

$$c- 0.000095 = 9.5 \times 10^{-5}$$

2-كۆكردنەۋە لىدەر كىردى ئۇ ژمارانەى ھاۋكۆلكە كانىيان بە شىۋەى

توانە .

اىئە ژمارانەى ھاۋكۆلكە دەيىپە كانىيان ھەمان توانىيان ھەيە . بەم شىۋەى

خوارەۋە كۆدە كىرئەۋە .

نموونە :

$$a- 4 \times 10^7 + 5 \times 10^7 = (4+5) \times 10^7 = 9 \times 10^7$$

$$b- 6 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3} = (6-2) \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}$$

ب . ئەگەر توانە كانى ژمارە (10) ۋە يەك نە بوون، ئۇا توانە جىاۋازە كان

ۋە كىە كى لىدەر كىرئە ئىنجا كۆدە كىرئەۋە .

نموونە :

$$a- 4 \times 10^6 + 3 \times 10^5 = 40 \times 10^5 + 3 \times 10^5 = (40 + 3) \times 10^5 = 43 \times 10^5$$

$$b- 5 \times 10^6 - 2 \times 10^3 = 5 \times 10^6 - 0.002 \times 10^6 = (5-0.002) \times 10^6 = 4.998 \times 10^6$$

3-ئەگەر

$$ax^2 + bx + c = 0$$

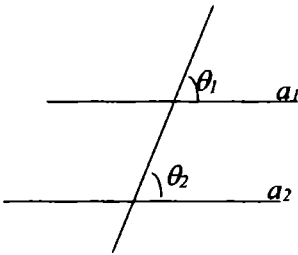
$$x = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

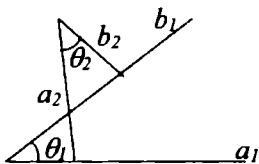
ئەۋا :

4-ئەگەر ھىلى a_1 بۇ ھىلى a_2 تەرىپ بىت .

$$\theta_1 = \theta_2$$

ئەۋا

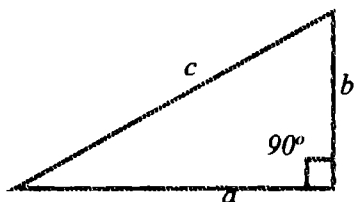




5- نه گه $a_1 \perp a_2$ وه $b_1 \perp b_2$

$$\theta_1 = \theta_2 \quad \text{نه وا}$$

6- بیردۆزی فیثاگورس.



له هر سیڭوشه یه کی وه ستاو

(گوشه یه کی $= 90^\circ$)، دریژی

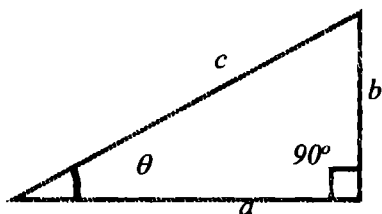
لایه کانی a, c, b بیت نه وا:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

(c) دریژی نه و لایه یه که ده که ویتته به رامبه ر گوشه ی 90° .

7- نه خسه سیڭوشه ییه کان، بپوانه ویتته ی ته نیشته له سیڭوشه ی

وه ستاودا.



$$\sin \theta = \frac{b}{c} \quad (\text{ساین})$$

$$\cos \theta = \frac{a}{c} \quad (\text{کوساین})$$

$$\tan \theta = \frac{b}{a} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \quad (\text{تانجینت})$$

8- نه مانه ی دین هندی: له هاوئه نجامی به سوودن له نیوان نه خسه

سیڭوشه ییه کان.

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad \dots\dots(1)$$

$$\sin 2\theta = 2\sin \theta \cos \theta \quad \dots\dots(2)$$

$$\sin(180 - \theta) = \sin \theta \quad \dots\dots(3)$$

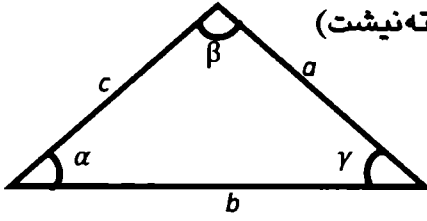
$$\cos(180 - \theta) = -\cos \theta \quad \dots\dots(4)$$

$$\sin(90 - \theta) = \cos \theta \quad \dots\dots(5)$$

$$\cos(90 - \theta) = \sin \theta \quad \dots\dots(6)$$

$$\sin(-\theta) = -\sin \theta \quad \dots\dots(7)$$

$$\cos(-\theta) = \cos \theta \quad \dots\dots(8)$$



9- له هر سینگز شه یه کدا (بروانه وینه ی ته نیشته)

یاسای ساینه کان $\frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin \alpha} \dots \dots \dots$

یاسای کرساینه کان $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \dots \dots \dots$

10- یاساکانی لۆگاریمه کان

$$\log(a \times b) = \log a + \log b$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log a - \log b$$

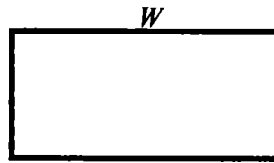
$$\log a^n = n \log a$$

11- یاساکانی توانه کان

$$x^0 = 1, \quad (x^n)(x^m) = x^{n+m}, \quad \frac{x^n}{x^m} = x^{(n-m)}$$

$$(x^n)^m = x^{nm}, \quad x^{\frac{2}{3}} = \sqrt[3]{x^2}$$

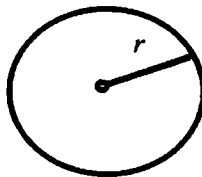
(1-3) رووبه رو قه باره ی هه ندی له شیوه نه ندازه ییه کان



لاکیشه

رووبه $(A) = wl$

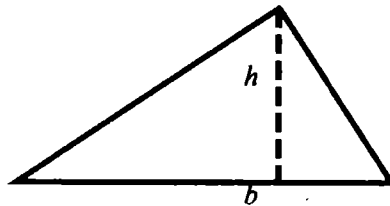
چیره $= 2(w+l)$



بازنه

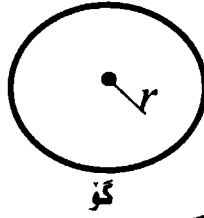
$(A) = \pi r^2$

چیره $= 2\pi r$



سینگۆشه

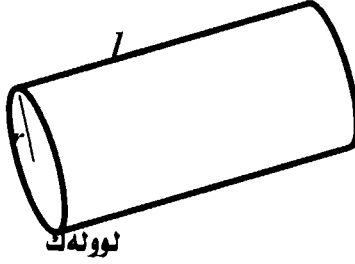
رووبه $(A) = \frac{1}{2}bh$



گولہ

$$(V) = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad \text{قہ بارہ}$$

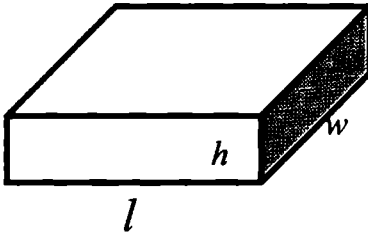
$$(A) = 4 \pi r^2 \quad \text{دوبہری ہند}$$



نولونہک

$$(V) = \pi r^2 l \quad \text{قہ بارہ}$$

$$(A) = 2 \pi r^2 + 2 \pi r l \quad \text{دوبہری ہند}$$

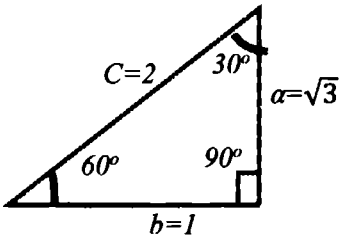


لاکیشہ تہریب

$$V = lwh$$

$$(A) = 2(lh + lw + hw) \quad \text{دوبہری ہند}$$

11-ریژہ سینکوشہ ییہ کانی گوشہ تایبہ تیہ کان.



$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

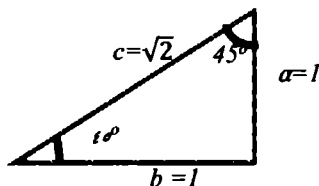
$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

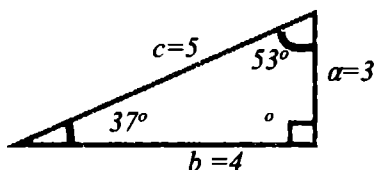
$$\tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{1}$$



$$\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{1}{1} = 1$$



$$\sin 37^\circ = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\cos 37^\circ = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$\tan 37^\circ = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$\sin 53^\circ = \frac{4}{5} = 0.8$$

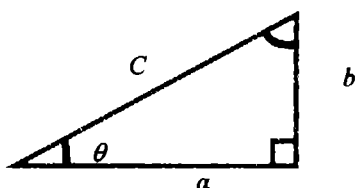
$$\cos 53^\circ = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\tan 53^\circ = \frac{4}{3} = 1.3$$

نمونه (۱) : له وینه‌ی تهنیشتدا، $40=37^\circ$

$c = 50 \text{ cm}$ ثایا. دریژی هریهك له a, b چهنده.

شیکار:



$$\sin \theta = \frac{b}{c}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{b}{50}$$

$$b = 50 \sin 37^\circ$$

$$b = 50 \times 0.6 = 30 \text{ cm}$$

$$\cos \theta = \frac{a}{c}$$

$$\cos 37^\circ = \frac{a}{50}$$

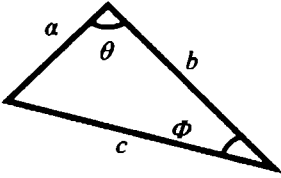
$$a = 50 \cos 37^\circ$$

$$a = 50 \times 0.8$$

$$a = 40 \text{ cm}$$

نمونه (2):

له وینه ی ته نیشته دا:



$$b = 36 \text{ cm}, a = 24 \text{ cm}, \angle \theta = 120^\circ$$

تایا c، Φ چه ندن

شیکار: (1)

$$\begin{aligned} c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta \\ &= (24)^2 + (36)^2 - 2 \times 24 \times 36 \times \cos 120^\circ \\ &= 576 + 1296 - 1728 \times \cos(180^\circ - 60^\circ) \\ &= 1872 - 1728 \times (-\cos 60^\circ) \\ &= 1872 + 1728 \times 0.5 \\ &= 2736 \\ c &= 52.3 \text{ cm} \end{aligned}$$

شیکار: (2)

$$\begin{aligned} \frac{c}{\sin \theta} &= \frac{a}{\sin \Phi} \\ \frac{52.3}{\sin 120^\circ} &= \frac{24}{\sin \Phi} \\ \frac{52.3}{\sin(180-60)} &= \frac{24}{\sin \Phi} \\ \frac{52.3}{\sin 60} &= \frac{24}{\sin \Phi} \\ \frac{0.866}{\sin \Phi} &= \frac{24}{24} \\ \sin \Phi &= \frac{0.866 \times 24}{52.3} = 0.4 \\ \Phi &= 37^\circ \end{aligned}$$

پرسیار و راهینان

۱- له کاتي ليکولینه وه له ديارده يه کی سروشتی، شيوازی زانستپانه

به کارده ميښي. هه نگاوه کاني نه م شيوازه چين؟

۲- يه که ی بنه پرتی پيوانی هه ر يه ک له م برانه چين؟

a - دريژی b - بارسته c - کات d - هيزی رووناکيدان

۳- چهند چرکه له ساليکدا هه يه، چهند ناتق چرکه له ساليکدا هه يه.

وه لام: $3.1536 \times 10^7 sec$, $3.153 \times 10^{16} n sec$

۴- بۆ ماوه يه ک، $1cm$ باران به سهر شاريکدا دريژيکي $8km$ و پانيه که ی $5km$

بوو باری. چهند تۆن ئاو باريوه ($1 ton = 1000 kg$)، يه ک سه نتيه تر

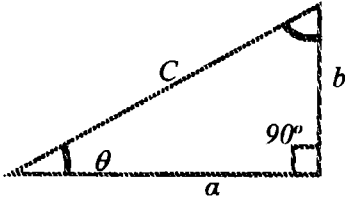
سيجا ئاو بارسته که ی ده کاته $1 \times 10^{-3} kg$

وه لام: $(4 \times 10^5 ton)$

ه- له ويته ی ته نيشتدا

$c = 120cm$ ، $\theta = 30^\circ$ ، هه ر يه ک له دريژی

a, b چهنده؟ وه لام: $60cm$, $103.9 cm$

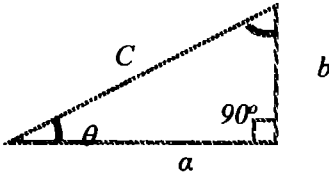


۶- له ويته ی ته نيشت:

$a = 40cm$, $b = 30cm$ ، نایا

c, θ چهنده؟

وه لام: $50cm$, 37°

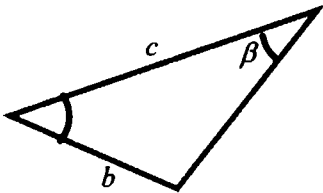


۷- له ويته ی ته نيشت

$b = 12 cm$, $c = 40 cm$, $\theta = 30^\circ$

نایا a چهنده؟ گوشه ی β چهنده؟

وه لام: $30.3 cm$, 12°



۸- له به رزی $200m$ له رووی دهشتیځی پانه وه، له ناو بالونیک دای، سهیری

ناسو دهکیت، تا چ دوریهک ده توانی ناسو ببینیت؟

نیوه تیره ی زهوی ($6400km$) ه. وهلام : $50.6km$

۹- لیتریک زهیت ($1000cm^3$) به سر ناوی ده ریچه یه کی مهنگ به شیوه ی

چینیکی ته نکى جونیهک بلاوبووه و شیوه ی روویکی بازنه یی وه رگرت.

نه گره ته ستوری چینه زیته که ($2 \times 10^{10}m$) بیت ئایا نیوه تیره ی بازنه

زهیت که چنده ؟ وهلام : 1.264×10^3m

۱۰- له دوری $80m$ له بنکه ی مناره یه که وه، بینرا که گوشه ی به رزی مناره که

(15°) یه، ئایا به رزی مناره که چنده .

وهلام : $21m$

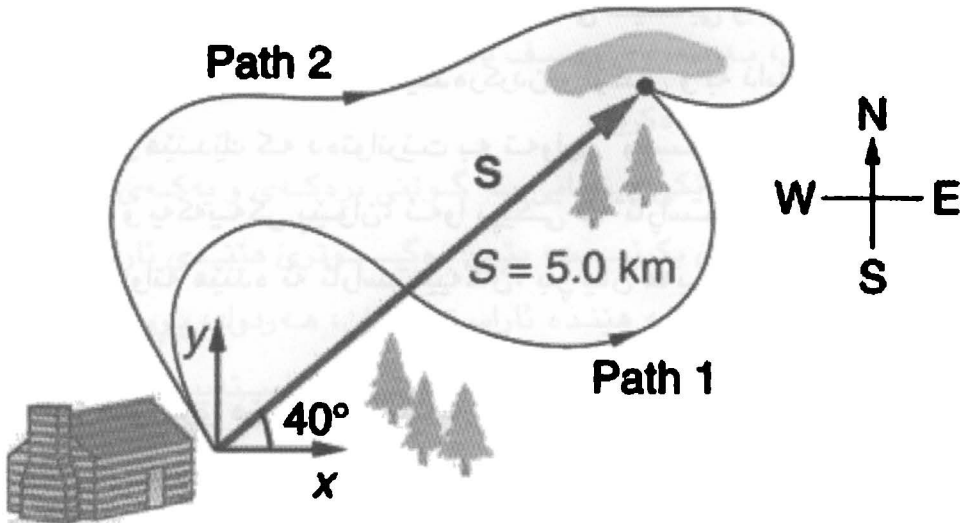
۱۱- به هوی راسته یه که وه، ته ستوری کتیبیکی (500) لاپه رهی پیورا، بینرا

ده کاته $1.5cm$. ئایا ته ستوری هه ر په ریکی ته م کتیبه چنده ؟

وهلام : ($6 \times 10^{-2}mm$)

هینده نه‌ئاراسته‌یه‌کان و هینده ئاراسته‌یه‌کان

Scalar and vector quantities



له دهشتیکی پاندا که جووتیارنیک دهیه‌وێت له گونده‌که‌ی خۆی دهرچیت به‌رمو روژه‌لات بۆ گوندیکی تری هاوسینی بچیت، نه‌وا بیگومان نه‌و جووتیاره‌ ریگایه‌کی راسته‌و راست وهرده‌گریت، به‌ درێژی نه‌م ریگا راسته‌و راسته‌ ده‌گوتری لادان. نه‌مه‌ش بریکی ئاراسته‌یه‌یه، به‌لام به‌ درێژی ههر ریگایه‌کی دی بیجگه‌ له‌م ریگا راسته‌و راسته‌ ده‌گوتری دووری نه‌مه‌یان بریکی نه‌ئاراسته‌یه‌یه. له‌م به‌شه‌دا شارم‌زای بره‌ ئاراسته‌یه‌یه‌کان و بره‌ نا‌ئاراسته‌یه‌یه‌کان ده‌بین.

(2-1) به‌شیک له‌ هینده‌ فیزیاییه‌کان وه‌ک، بارسته، چپی، کات، پله‌ی گهرمی، بارگه‌ی کاره‌با، هتد، نه‌مانه‌ ده‌توانریت وه‌سفیکی ته‌واو بکړین، ته‌نها به‌ ده‌ربڕینی بره‌کانیان به‌ ژماره‌یه‌ک، له‌گه‌ڵ یه‌که‌یه‌کی پێوانی گونجاو. بۆ نمونه‌ تا بری بارسته‌ی ته‌نیک دیاری بکړیت نه‌وه‌ پێویسته‌ ئاماژه‌ به‌وه‌ بکړیت که‌ ئایا چه‌ند کیلوگرام ماده‌ له‌و ته‌نه‌دا هه‌یه، یان بۆ نه‌وه‌ی هه‌ژماری بری نه‌و کاته‌ بکه‌ین که‌ به‌سه‌ر رووداوێک تێپه‌رپه‌وه، پێویسته‌ به‌

ژماره يه ك و يه كه يه كي گونجاو كاته كه ده ربېړن وهك 20 چركه يان 4 روژ. ده بينن ئه م هيندانه، ته نها به ده ربېړني ژماره يه ك و يه كه يه كي پيوان، به ته واوي وه سف ده كرين، به م جوړه هيندانه ده گوتري هينده نه ناراسته ييه كان يان هينده ژماره ييه كان (*Scalar quantities*)، بو هه ژماركردني بړه نه ناراسته ييه كان كرداره كاني حيسابي و جه بري ناسايي به كارده هينن وهك كوكدنه وهو ليكده ركردن و ليكدان و به دابه شكردن.

واته هه ر هينديك كه ده توانريت به ته واوي وه سف بكرت به گوتني ژماره يه ك و يه كه يه كي پيوان، ئه وا بړيكي نه ناراسته ييه، (يان بړيكي ژماره ييه)، واته هينده نه ناراسته ييه كان. بړيان هه يه به لام ناراسته يان نيه.

به شه كي تري هينده فزياييه كان، سيفه تي ناراسته يان هه يه، ئه وانه كاتيک به ته واوي وه سف ده كرين كه بړي هينده كه و يه كه پيوانه كي و ناراسته كه شي له گه لدا ده گوتريت، لادان (*displacement*) وهك نمونه يه كي گونجاو بو روونكردنه وهي ئه م بابه ته ده خه ينه پوو.

كاتيک كه سيك له ناوه راستي هؤده يه ك ده وه ستيك داواي لي ده كه يت (2) مه تر له شوينه كي خوي لادات. بيگومان ئه و كه سه تووشي سه رليشيوان ده بيت، چونكه فرمانه كه ت بوي روون ناكاته وه، به چ ناراسته يه ك لادات. ئايا به ناراسته ي روژه لات لادات يان به ناراسته ي باكوور يان به ره و سه ر؟ بويه پيوسته له گه ل بړي لادانه كه ناراسته كه شي له گه لدا بلتيت، بو نمونه، بلتي (2) مه تر له شويني خوته وه به ره و باكوور لابه، ئينجا كه سه كه به ته واوي له فرمانه كه ت ده گات و جيبه جتي ده كات. به هه مان شيوه ته نها دياركردني بړي خيرا يي ئوتومبيليك سوودي لي وه رناگيري ت نه گه ر ناراسته كه شي له گه لدا نه گوتريت، دياركردني ته نها بړي خيرا يي ئوتومبيليك

بۇ نمونە بە (40 km/h) ھېچ ماناي تەواو نادات، ئەگەر ئاراستەكەشى لەگەل نەگوترىت. بۇيە پىويستە بلېين خىرايى ئوتۇمبىلەكە (40 km/h) بەرەو رۇژھەلات يان بەرەو دھۆك، لەمەوہ ديار دەكەوېت كە خىرايى، وەك لادان ھىندىكى ئاراستەيە.

ھىندە ئاراستەيەكەن وەك لادان، خىرايى، تاودان، ھىز، تەوژم .. ھتد، ئەو ھىندانەن، بە تەواوى وەسف دەكرېن، كاتېك، بېر و يەكەى پىوان و ئاراستەكانيان ديارى دەكرېن.

واتە ھەر ھىندىكى فيزيائى بە گوتنى بېرەكەى و يەكەى پىوانى و ئاراستەكەى ديارى بكرېت، پىي دەگوترى ھىندى ئاراستەيى $(vector \text{ quantity})$. واتە ھىندە ئاراستەيەكەن، ھەردوك، بېر ئاراستەيان ھەيە. بۇ كۆكردنەوہ و لېكدەركردنى ھىندە ئاراستەيەكەن رېگاكانى ئەندازەيى تاييەت بەكاردەھىنرېت.

لە چاپكردندا، ھىندە ئاراستەيەكەن بە شىوہى پىتى تۇخ (رەشتەر) ئامازەيان پىدەكرېت وەك A يان a . لە بەدەست نووسىندا شتىكى گونجاوہ كە تىراسايەك (\rightarrow) لەسەر پىتەكە دابنىت وەك \vec{a} , \vec{A} كە ئامازەيە بۇ ھىندى ئاراستەيى، كەچى بېرى ھىندە ئاراستەيەكە بە A يان a دەردەبېرىت.

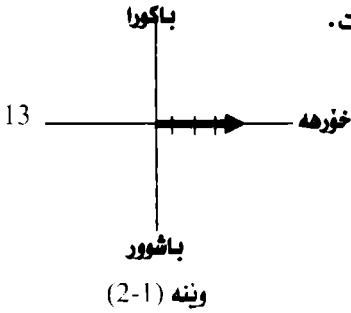
بە ھىللىكى راستى پلەكراوى $Scaled$ كوتايى شىوہ تىر $(arrow)$ دەگوترى ئاراستەدار $(vector)$. ئەم ھىلەش ھىندە ئاراستەيەكە بە بېر و بە ئاراستە دەنوئىنى. بەم مەرجانەى خوارەوہ وئىنەدەكرېت.

۱-درېزى ھىلەكە ھاورېژە بېت لەگەل بېرى ھىندە ئاراستەيەكە.

۲-ئاراستەى ھىلەكە بە ھەمان ئاراستەى ھىندە ئاراستەيەكەبېت.

۳- خالی دستپیکردنی هیلکه هه مان خالی کارکردنی یان خالی

دهستپیکردنی هیلکه هه مان خالی کارکردنی یان خالی



دریژی ئاراسته داره که (4cm) هیزی (20N) بهرور
خۆرهلە لات دهنوینیت.

که واته ئاراسته داره کان (vectors)

، به پێی پێوه ریکی (scale) گونجاو

وینە ده کرین، ئەم پێوه رهش دریژی

ئاراسته داره که دیاری ده کات، ئەم

دریژه یهش بپری هیلکه

ئاراسته یه که دهنوینیت.

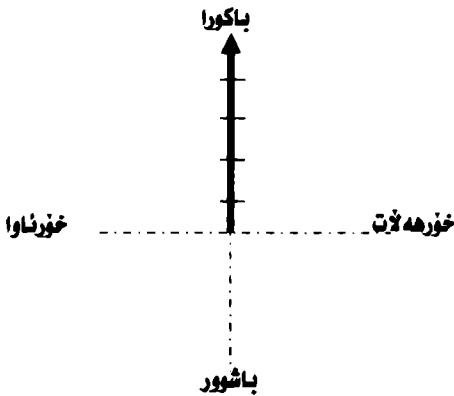
وه که له وینە (2-1) پێشان دراوه. که تیایدا هیلکه بپه که ی (20N) نیوتنه کار

له ته نیک ده کات به ره و رۆژه لات، به پێی پێوه ریکی هه ر سه نتیمه تریک له

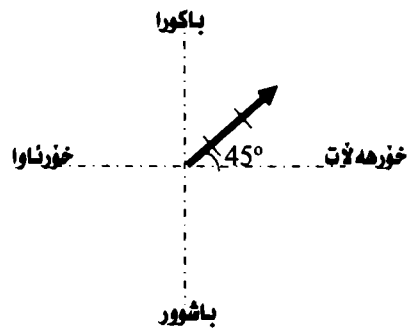
دریژی ئاراسته داره که به رامبه ر به (5N) نیوتن وینە کراوه. (1cm=5N)

له وینە ی (2-2) هه ندی نمونه ی دی له سه ر نواندنی بپری هیلکه

ئاراسته یه که کان دهنوینیت.



پینور 1cm ≡ 10 km/h
دریژی ئاراسته داره که (5cm) لادانی 50km
دهنوینیت به ره و باکور



پینور 1cm ≡ 10 km/h
دریژی ئاراسته داره که (3cm) خیرایی ترۆمبیلنیک
دهنوینیت به ره و باکووری خۆرهلە لات (30km/h)

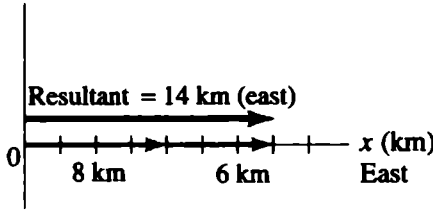
وینە ی (2-2)

تېبىنى: بېرى ئاراستەدار ناگۇرېت كاتېك لە شوېنېكەوہ بۆ يەكى تر
دەگوازىتەوہ بەمەرجىك تەرىب بە خۆى يېت.

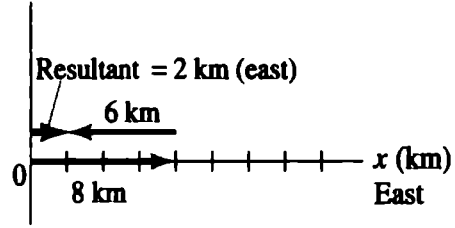
(2-2) كۆكردنەوہى ئاراستەدارەكان Addition of vectors

لەبەر ئەوہى ھىندە ئاراستەيىەكان، ئەو ھىندانەن ئاراستەيان ھەيە وە
ھەرەھا بېرى ژمارەيىيان ھەيە، بۆيە دەبىت بە رىگای تايىت كۆبكرىنەوہ، بۆ
روونكرىنەوہى ئەم بابەتە بە زۆرى مامەلە لەگەل لادان (Displacement)
دەكەين، ھىماى D بۆ بەكاردەھىننن وە بۆ ئاراستەدارى خىرايى ھىماى V.
ئاراستەدارەكانى تر، دواتر باسيان دەكەين.

دەزانىت، بۆ كۆكردنەوہى ھىندە نە ئاراستەيىەكان رىگای ھىسابى
بەكاردەھىنن بە ھمان شىوہ، رىگای ھىسابى بۆ كۆكردنەوہى ھىندە
ئاراستەيىەكانىش بەكاردەھىننن بەمەرجىك، ھەمان يان دژ ئاراستە بن. بۆ
نمۇنە ئەگەر كەسىك 8 km بەرەو خۆرەلات بېروات لە رۆژىكدا 6 km
بەرەو خۆرەلات لە رۆژى ئايندە. ئەوا كەسەكە $8\text{ km} + 6\text{ km} = 14\text{ km}$ ، لە
خالى دەستپىكرىنەوہ بەرەو خۆرەلات لايداوہ. وە دەلېين گشت لادانەكە
يان بەرئەنجامى (Resultant) ئەم دوو لادانە دەكاتە 14km بەرەو
خۆرەلات. وىنە (2-3a). لەلایەكى ترەوہ ئەگەر كەسەكە لە رۆژى يەكەمدا
8km بەرەو خۆرەلات بېروات، وە لە رۆژى دووہمدا 6km بەرەو خۆرئاوا (بە
ئاراستەى پىچەوانە) بېروات. ئەوا كەسەكە 2km لايداوہ لەخالى
دەستپىكرىنەوہ، وىنە (2-3b).



وینہ 3-2a



وینہ (2-3b)

که واته بهرئه نجامی ئهم دوو لادانه دهکاته $2km$ به رهو خۆره لات له م باره دا بهرئه نجام به لیکه رکردن $8km - 6km = 2km$ دهسته دهکاته ویت.

که واته نه گهر دوو لادانه که به هه مان ئاراسته بن، ئهوا لادانی گشتی (بهرئه نجام) دهکاته ئه نجامی لیکه رکردنه وه یان، ئاراسته کهشی به هه مان ئاراسته ی دوو لادانه که ده بیئت.

$$D_r = D_1 + D_2 \quad \dots\dots\dots(2-1)$$

$$\therefore D_r = D_1 + D_2$$

$$D_r = 8km + 6km = 14km \text{ (خۆره لات)}$$

وه نه گهر دوو لادانه که ئاراسته کانیا ن پیچه وانه بیئت، ئهوا لادانی بهرئه نجام دهکاته ئه نجامی لیکه رکردنیا ن ئاراسته کهشی به ئاراسته ی لادانه که وره که ده بیئت.

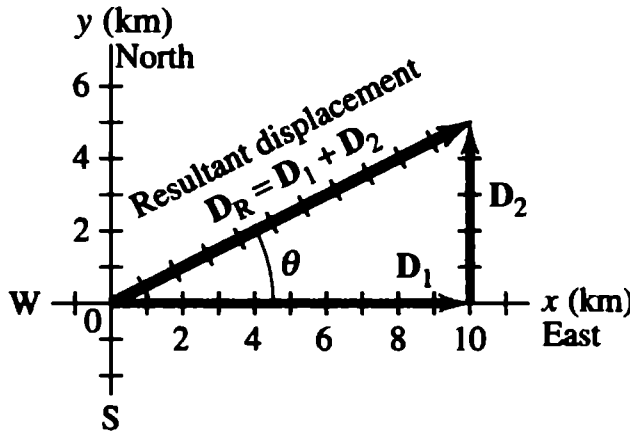
$$D_r = D_1 + D_2 \quad \dots\dots\dots(2-2)$$

$$\therefore D_r = D_1 - D_2$$

$$D_r = 8km - 6km = 2km \text{ (به رهو خۆره لات)}$$

ئهمه بزانه که نه گهر دوو ئاراسته داره که له سه ر یه ک هیل نه بن، ئهوا ناتوانیت بۆ دۆزینه وه ی بهرئه نجام حیسابکردنی ساده به کار به یئت. بۆ روونکردنه وه ی ئهمه، دابنێ که سیك $10 km$ به رهو خۆره لات ده پوات، دوا ی ئهمه $5 km$ به رهو باکور. ئهم دوو بپه ئاراسته ییبه ده توانریت به وینه بنوویندرین، له هیلکاریه که دا بهشی موجه بی ته وه ری y ، نیشانه ی باکور دهکات، وه بهشی موجه بی ته وه ری x ، نیشانه ی خۆره لات دهکات، له

وینہ (2-4) دا، ناراستہ داری D_1 وینہ دہکین، تا لادانی 10 km بہرہ و خورہ لات بنوینیت، ئینجا دوہم ناراستہ داری D_2 وینہ دہکین بۆ ئہوہی لادانی 5 km بہرہ و باکور بنوینیت. ہہردو ناراستہ دارہ کہ بہ ہہمان پیوہر scale $(1\text{cm}=2\text{km})$ وینہ دہکین، وینہ (2-4).



وینہ (2-4)

دوای ئہم دوو رویشتنہ، ئیستا کہ سہ کہ، 10 km روژہ لات و 5 km باکور لہ خالی بنہ پرتیبہ وہ 0 دوورہ. بہرئہ نجامی ئہم دوو لادانہ بہ ناراستہ داری D_r دہنوینریت (وینہ 2-4)، دریژی ئہو تیراسایہی لہ کلکی D_1 بۆ نووکی D_2 وینہ دہکریٹ بہرئہ نجامی (D_r) ئہو دوو لادانہ بہ برہو ناراستہ دہنوینیت. بہ کارہینانی راستہ ruler بۆ پیوانی دریژی D_r وہ گوشہ پیو بۆ پیوانی گوشہی θ ، بہ دیار دہکے ویت کہ سہ کہ 11.2 km لہ خالی دہستپیکردنیہ وہ لایداوہ، بہ گوشہی 27° باکوری خورہ لات. بہ گوتنیکی دی بری بہرئہ نجامی ئہم دوو لادانہ (11.2 km)، گوشہی 27° لہ گہل بہشی مووجہ بی تہوہری x دروست دہکات.

لہ راستیدا ئہوہی پیشتر باسکرا ریگای ہیلکاریہ (پیوانہیہ) بۆ دیارکردنی بری (بہای) بہرئہ نجام. ریگہیہ کی دی ہہیہ بۆ دوزینہ وہی بری

بەرئەنجام ئەویش رىڭاي حىسابىيە . لە نموونەى پېشوو دا گۆشەى نىۋان دوو ئاراستە دارەكە 90° يە . واتە سىڭگۆشەكە وەستاوە ، لەم بارەدا بىردۆزى فىئاگورس بۇ دۆزىنە وەى بەرئەنجام بەكار دەھىنرئىت .

$$D_r = D_1 + D_2 \dots\dots\dots (2-3)$$

$$D_r = \sqrt{(D_1)^2 + (D_2)^2}$$

$$\therefore D_r = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11.2 \text{ km}$$

ئەدى ئاراستەكەى ؟ ئاراستەكەى بە بەكارھىنانى يەككە لە رىژە سىڭگۆشەىيەكان دەدۆزىتەوہ .

$$\tan \theta = \frac{D_2}{D_1} = \frac{5}{10} = 0.5$$

$$\theta = 27^\circ$$

كەواتە ، $D_r = 11.2 \text{ km}$ ، بە ئاراستەى 27° باكوورى خۆرەلات .

وئىنەى (2-4) ، ئەو رىسا گشتىيانە رووندەكاتەوہ كە پەيرەو دەكرىن بۇ كۆكردنەوہى دوو ئاراستەدار بەرپىڭاي ھىلكارى كاتىك گۆشەى نىۋانىان 90° بىت ، بەلام بۇ ھەر گۆشەىيەك لە نىۋان دوو ئاراستەدارەكە ، رىسا گشتىيەكان بۇ دۆزىنە وەى بەرئەنجام بەم جۆرە دەبن .

1- لە ھىلكارىيەكەدا . يەككە لە ئاراستەدارەكان - ناوى لىنى D_1 بەپىي پىۋەرئىكى گونجاو و بەھەمان ئەو ئاراستەى ھەيەتى وئىنە بكە .

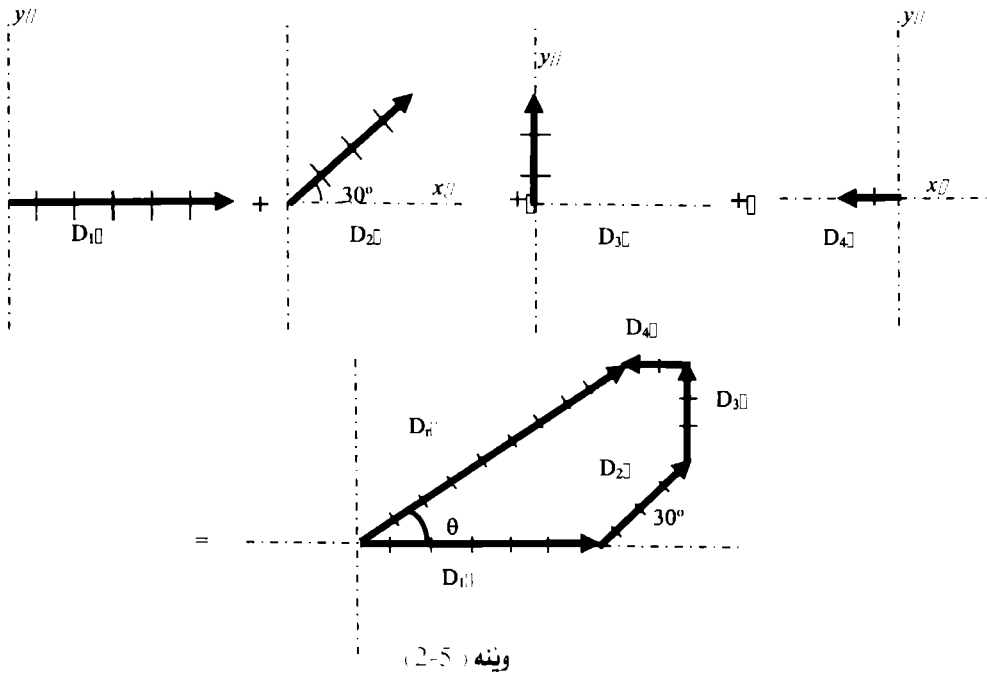
2- ئىنجا ئاراستەدارى دووہم ، D_2 بەھەمان پىۋەر وئىنە بكە . بە جۆرئىك كلكەكەى بخرىتە سەر نووكى ئاراستەدارى يەكەم ، دلتىابە كە ئاراستەكەى تەواوہ . (ئەگەر ژمارەى ئاراستەدارەكان لە دوو زىاتر بوو ئەوہ ئەم كىردارە دووبارە دەكەيتەوہ تا ھەمو ئاراستەدارەكان كۆتايىيان دىت) .

3-ئەو تىراسايەى، لە كلكى يەكەم ئاراستەدارە وە بۆ نووکی دووہم ئاراستەدار (یان ئەخیر ئاراستەدار) وینە دەکریت، بەرئەنجامی دوو ئاراستەدارەکە دەنوینی (یان ھەموو ئاراستەدارەکان).
نەموونە:

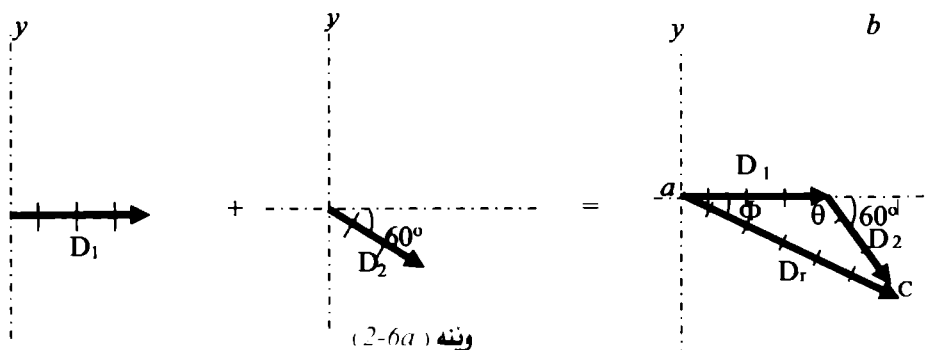
گەشتیارێک لە خالی ، 0، دەستی بە رویشتن کرد، ئەو لادانانەى بېرى، لە رۆژى يەكەم 12 km بەرەو خۆرھەلات، لە رۆژى دووہم 8km بە ئاراستەى 30° باکوورى خۆرھەلات، لە رۆژى سێیەم 6 km بەرەو باکور وە لە رۆژى چوارەم 4km بەرەو خۆرئاوا. ئایا ئەم گەشتیارە لە خالی بنەرەتەوہ چەندى لاداوہ. بە چ ئاراستەيەك؟ (واتە بەرئەنجامى ئەو لادانانەو ئاراستەكەى بدۆزەوہ).
شىكار:

پێوہرێكى ھێلکاریکردن ھەلدەبژیرین. ($1cm \equiv 2km$).

لەمەوہ، درێژى ئاراستەدارەکان بەم جۆرە دەبن كە لە وینەى (2-5a) پېشاندراون، يەكە لەدواى يەك وینەيان دەكەين لەگەڵ دانیابوون لە ئاراستەکانیان ئینجا تیراسای D_r لە كلكى تیراسای D_1 وە بۆ نووکی تیراسای D_4 دەکێشین، ئەمەش بەرئەنجامى گشت لادانەکان بە بېر و بە ئاراستە دەنوینی. بەراستە (ruler) درێژى D_r دەپۆین و بە گوشەپۆ گوشەى θ دەپۆین، دەبینن: (باکوورى خۆرھەلات) $D_r = 18 km$, $\theta = 38^\circ$

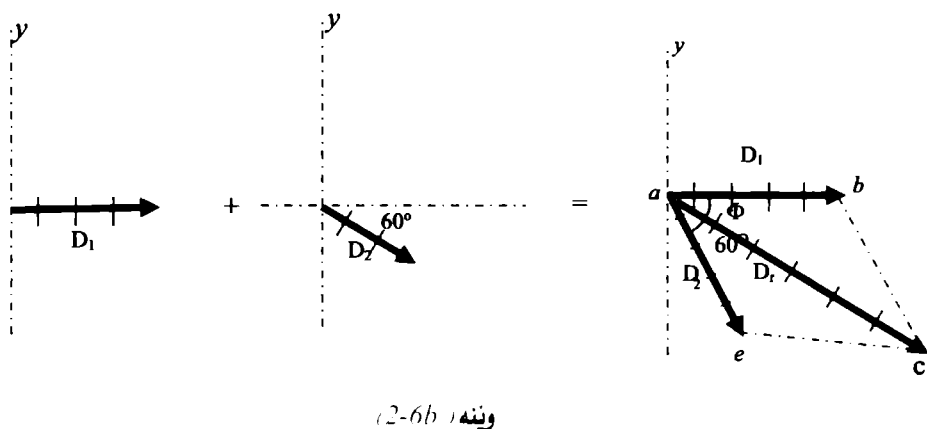


ئىستا ئەگەر كەسىك دوو لادانى لە دوایەكى بېرى ئەم دوو لادانەش لەسەر
 يەك ھێللى راست نەبن و ھەر گۆشەيەك لە نىوانياندا دروست بکەن ئەوا ھەمان
 رىساكانى پيشوو بۆ دەستکەوتنى بەرئەنجامى ئەم دوو لادانە بەکار دەھێنين،
 با بۆين كەسەكە لە خالى 0 دەستى بە جوولە کرد و لە رۆژى يەكەمدا
 (20 km) ى بەرەو خۆرھەلات بېرى وە لە رۆژى دووھم (15 km) ى بە
 ئاراستەى 60° باشورى خۆرھەلات بېرى. ئايا لادانى گشتى ئەم كەسە لە
 خالى بنەپەتەو (0) . چەندەو ئاراستەكەشى چەندە. واتە بەرئەنجامى ئەم
 دوو لادانەو ئاراستەكەى چەندە؟ بۆ شىكارکردنى ئەم كيشەيە، پىويستە دوو
 لادانەكە بەپىي پىوھرىكى ھىلكارى گونجاو ($1\text{ cm} \equiv 5\text{ km}$) وینە بکەين،
 ئىنجا ئەم ھەنگاوانەى كە لە رىساكاندا ھاتوو (رىگای كلك - بۆ - نووك)
 پەپرەو بکەين، لە وینە (2-6a). روونکراو تەو، ئەوا D_r بېرو ئاراستەى بەر
 ئەنجامەكە دەنوینت.



دوای وینه کردن، به هوی راسته دریژی D_r و به هوی گوشه پیو گوشه ی Φ ده پیوین، ده بینین دریژی $ac=6\text{ cm}$ ، که واته $D_r=30\text{ km}$ به ناراسته ی 25° باشووری خوره لات $\angle\Phi=25^\circ$.

ریگایه کی دی هیه بۆ کۆکردنه وه ی ناراسته داره کان، ئه ویش ریگای لاتهریبه، له م ریگایه دا، دوو ناراسته داره که له خالێکی هاوبه شه وه وینه ده کرین، ئینجا لاتهریبه که پێکده هیئریت به مه رجیک دوو ناراسته داره که بین به دوولای هاوسێ له لاتهریبه که دا. لیژده تیره ی لاتهریبه که که له خاله هاوبه شه که وه ده کیشریت، به رنه نجامی دوولادانه که به برپه ناراسته ده نوینیت، (وینە 2-6b)، به به کارهینانی راسته و گوشه پیو ده بینین که $D_r=30\text{ km}$ ، (باشووری خوره لات) $\angle\Phi=25^\circ$.



-ئەو چاڭ، بۇ خويىنەران ئاشكرايىت كە تەنھا رېڭاي ھېلكارى نىيە بۇ دەرھېتتەننى بەرئەنجام، رېڭاي بېركارى بۇ ئەم مەبەستە زۆرتر پەيرەو دەرھېت، ئەنجامەكانى ووردترە، ئەويش بە بەكارھېتتەننى ھەندى لە ياساكانى سېڭوشەكان جېبەجى دەرھېت.

1 -رېڭاي بېركارى بۇ شىكاركردىنى پرسىياري ويئە (2-6a).

(رېڭاي سېڭوشە):

شىكار:

$$\angle \theta = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$

$$D_r = D_1 + D_2 \dots\dots\dots 2-4$$

$$D_r = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 - 2D_1D_2\cos\theta}$$

$$D_r = \sqrt{(20)^2 + (15)^2 - 2 \times 20 \times 15 \times \cos 120^\circ}$$

$$D_r = \sqrt{400 + 225 - 600(-\cos 60^\circ)}$$

$$D_r = \sqrt{625 + 600 \times 0.5}$$

$$= 30.4 \text{ Km}$$

$$\frac{D_r}{\sin \theta} = \frac{D_2}{\sin \Phi} \quad (\text{ياساي سايىنەكانە})$$

$$\frac{30.4}{\sin 120^\circ} = \frac{15}{\sin \Phi} \quad (\sin 120^\circ = \sin 60^\circ)$$

$$\frac{30.4}{\sin 60^\circ} = \frac{15}{\sin \Phi}$$

$$\sin \Phi = \frac{15 \times 0.866}{30.4} = 0.43$$

$$\angle \Phi = 25^\circ \quad (\text{باشورى خۆرمەلات})$$

بەلام، ئەگەر رېڭاي لاتەريب پەيرەو بكرىت، ئەوا ياساي تەڭزى تەواوہكە

بەم جۆرە دەرەدەبېرىت، ويئە (2-6b)

$$D_r = D_1 + D_2$$

$$D_r = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 + 2D_1D_2\cos < bae \dots (2-5)}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2 + 2 \times 20 \times 15 \times \cos 60^\circ}$$

$$= 30.4 \text{ Km}$$

بۇ دۆزىنە وەى ئارپاستەى بەرئە نجام ياساى ساينە كان (تەژىيە كان)
تەژىيە كان بۇ سىڭكوشەى bac بەكار دەھىتىن. (ھەمان رىڭاى پىشستر).

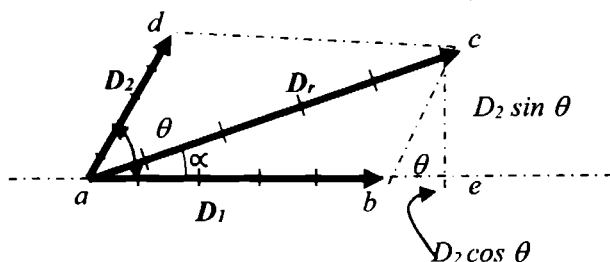
$$\frac{bc}{\sin \Phi} = \frac{ac}{\sin \angle abc}$$

$$\frac{15}{\sin \Phi} = \frac{30.4}{\sin 120}$$

$$\angle \Phi = 25^\circ \quad (\text{باشورى خۆرمەلات})$$

لە وىنە (2-7) دا

D_r دەكاتە بەرئە نجامى D_1, D_2 كە بە رىڭاى لاتەرىب ھىلكارىكراوہ.
 θ = گۆشەى نىۋان دوو ئارپاستە دارەكەيە، D_1, D_2 .
 α = گۆشەى نىۋان دوو ئارپاستە دارەكە ، D_1, D_r ، لە Δbec دا،



وینە (2-7)

$$be = D_2 \cos \theta, \quad ec = D_2 \sin \theta$$

لە Δaec دا، بەپىى دەستورى فىثاگورس.

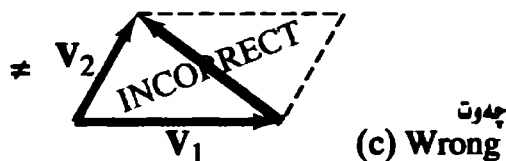
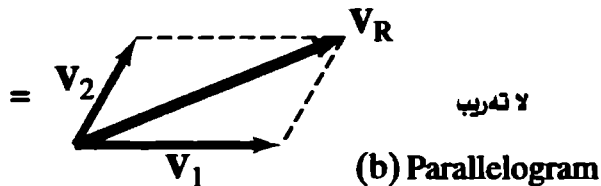
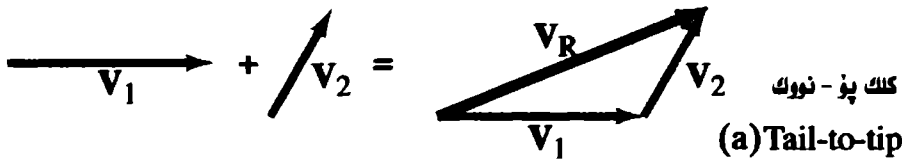
$$D_r^2 = (D_1 + D_2 \cos \theta)^2 + (D_2 \sin \theta)^2$$

$$\therefore D_r = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 + 2D_1 D_2 \cos \theta} \dots \dots \dots (2-6)$$

لە ھەمان سىڭكوشە دا.

$$\tan \alpha = \frac{D_2 \sin \theta}{D_1 + D_2 \cos \theta} \dots \dots \dots (2-7)$$

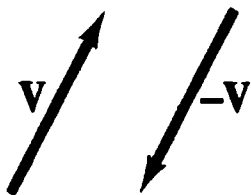
دەتوانرىت ھاوكىشەى (2-7) بۇ دياركردنى ئارپاستەى بەرئە نجام لە جىياتى
ياساى ساينە كان بەكاربھىتىت.



ۋېنە (2-8) كۆكردنەۋى دوو ئاراستەدار. بە دوو رىڭاي جىاۋاز. a ۋە b بە شى c لە ۋېنەكەدا چەۋتە

(2-3) ئىدەرگىردنى ئاراستەدارەكان Subtraction of vectors

ئەگەر V ئاراستەدارىك بىت، ئەۋا ئىمە سالىبى (نىڭە تىقى) ئەم ئاراستەدارە $(-V)$ ، ۋا پىئاسە دەكەين كە بىرىتە لە ئاراستەدارىك، ھەمان بىرى ئاراستەدارى V ھەيە بەلام لە ئاراستەدا پىچەۋانەيەتى. ۋېنە (2-9)



بزانە كە ھەرگىز ئاراستەدارىك نىە برەكەى سالىب بىت، بىرى ھەموو ئاراستەدارىك مۇوجەبە، نىشانە سالىبەكە ئامارەيە بۇ ئاراستەكەى.

ۋېنە (2-9)

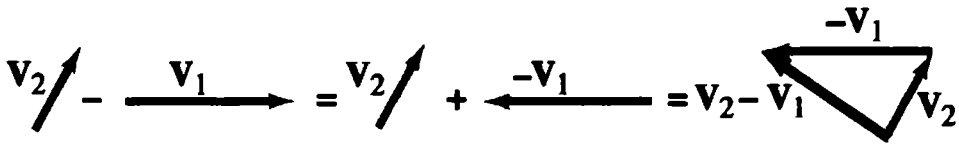
سالىبى ئاراستەدارىك، ئاراستەدارىكە ھەمان بىرى ھەيە بەلام بە ئاراستەى پىچەۋانە.

ئىستاكە دەتۋانين لىدەرگىردنى ئاراستەدارىك لە يەكى دى بەم جۆرە پىئاسە بگەين.

جیاوازی نیوان دوو ئاراسته‌دار ($V_2 - V_1$) بریتیه له

$$V_2 - V_1 = V_2 + (-V_1) \dots \dots \dots (2-8)$$

واته جیاوازی نیوان دوو ئاراسته‌دار یه‌کسانه به ئاراسته‌داری یه‌که‌م کۆ سالیبی ئاراسته‌داری دووهم، که‌واته له حاله‌تی لیده‌رکردنی ئاراسته‌داره‌کان، دیسان رێسا‌کانی کۆکردنه‌وه‌ی ئاراسته‌داره‌کان به‌کارده‌هێنرێت وه‌ک له وینه‌ی (2-10) پیشان‌دراوه، تیایدا رێگای کک - بۆ - نووک به‌کارهاتووه.

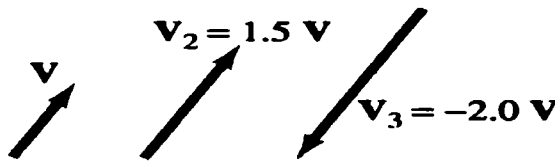


وینه 2-10

(2-4a) لێکدانی ئاراسته‌دارێک به ژماره‌یه‌کی جیگیر.

Multiplication of a vector by a scalar

ئاراسته‌داری V ده‌توانرێت به ژماره‌ی (c) لێبدرێت. ئه‌نجامی لێکدانه‌که‌ش ده‌بێته ئاراسته‌دارێک هه‌مان ئاراسته‌ی V ده‌بێت و بڕه‌که‌ش ده‌کاته cV . ئه‌گەر c ژماره‌یه‌کی سالیب بێت ئه‌وا بڕی ئاراسته‌داری cV هه‌رده‌کاته‌وه cV (به‌بێ نیشانه‌ی سالیب). به‌لام ئاراسته‌که‌ی به‌ پێچه‌وانه‌ی هه‌ی V ده‌بێت. بڕوانه وینه (2-11).



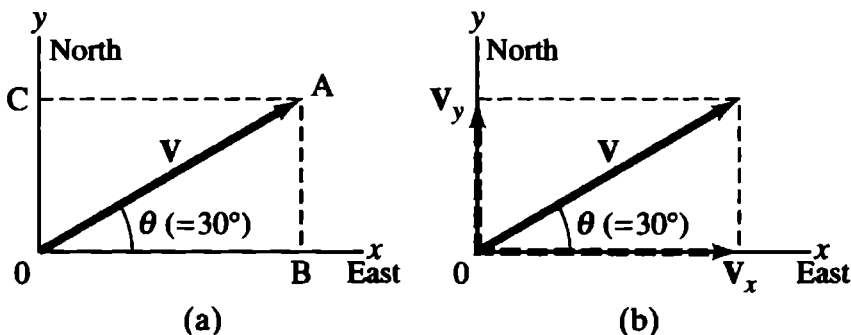
وینه (2-11)

(2-4b) شیشه‌لکردنی ئاراسته‌داره‌کان.

لێگه‌پێی با V ئاراسته‌دارێک بێت له رووته‌ختێکدا. ده‌شی‌وا بیر بکه‌ینه‌وه که ئه‌م ئاراسته‌داره به‌رئه‌نجامی دوو ئاراسته‌داری تره، مانای ئاراسته‌داری

V له دوو ئاراسته دارى دى پېڭهاتووه، به ئه م دوو ئاراسته داره ي كه له ئه وانه وه ئاراسته دارى V په دابووه، ده گوتړى پېڅېنه رى (يان پېڅنه رى) ئاراسته دارى V . به كردارى دوزينه وه ي بړو ئاراسته ي ئه م دوو پېڅنه ره پېڅنه ره كه، به ئاراسته له سه ر يه كتر ستوون بن، نمونه يه ك بۇ شېته لكردى ئاراسته دارىك له وينه ي (2-12) پېشان دراوه.

دانى كه V ئاراسته دارىكى لادانه به ره و 30° باكوورى خوړه لات ئامازه ده كات.



وينه (2-12):

شېته لكردى ئاراسته دارى V بۇ دوو پېڅنه ره كه ي. به دوو ئاراسته ي هه لېژېرداوى ستوون له سه ر يه كترى V_x و V_y . دوو پېڅنه ره كه ش بړى ئاراسته دار دهنوینن

ئاراسته دارى V ، ده توانرېت بۇ دوو پېڅنه ره كه ي، پېڅنه رى x و پېڅنه رى y شته ل بكرېت، ئه وېش به وينه كردنى دوو هېل له نووكى (A) ئاراسته داره كه وه به ئه ستوونى بۇ سه ره ريه ك له ته وه رى x ، y ، (هېلى AB و هېلى AC) له وينه (2-12a)، هه ريه ك له OB ، OC ، پېڅنه رى x و پېڅنه رى y ، ئاراسته دارى V دهنوینن، وه له وينه (2-12b) پېشان دراوه كه دوو پېڅنه ره كه ي ئاراسته دارى V ، به شېوه ي V_x و V_y ، نووسراون. وه هه ردووكيان به تیراسا هه ر وه ك ئاراسته دارىكى ئاسايى نوینراون، به لام

V_x و V_y بېرى ژماره يې و په كې پېوانى دوو پېكنه ره كېن، نه مانه ش نېشانې موجه ب يان ساليبيان ده بېت، به گوږه ي نه وه ي ئا يا به ره و موجه بې يان به ره و ساليبي هره يه ك له ته وه ي x و y ئا ماژه ده كېن.

له وينه (2-12b) ديار ده كه ويټ كه:

$$V = V_x + V_y$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

كه واته: له هه مان وينه دا

$$\sin \theta = \frac{V_y}{V} \Rightarrow V_y = V \sin \theta$$

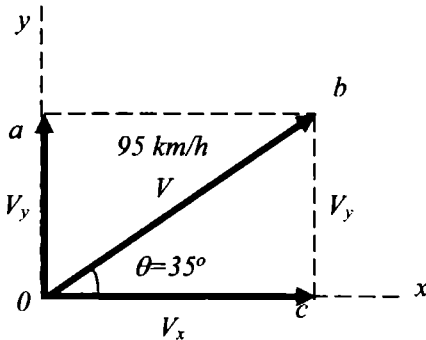
$$\cos \theta = \frac{V_x}{V} \Rightarrow V_x = V \cos \theta$$

$$\tan \theta = \frac{V_y}{V_x} \Rightarrow V_y = V_x \tan \theta$$

نمونه:

هتليكوپته ريك به خيرا يى 95 km/h ، وه به گوشه ي 35° له گه ل زه وى ده فرېت. پېكنه رى ئاسو يى و شاولى (V_y , V_x) خيرا يى نه م فرېكه يه چه نده؟

شېكار: له Δobc دا



وينه (2-13)

$$\sin \theta = \frac{V_y}{V} \Rightarrow V_y = V \sin \theta$$

$$V_y = 95 \times \sin 35^\circ$$

$$V_y = 95 \times 0.574 = 54.5 \text{ km/h}$$

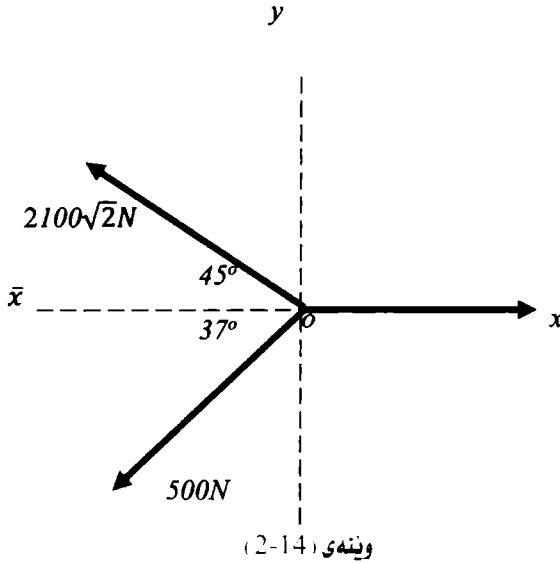
$$\cos \theta = \frac{V_x}{V} \Rightarrow V_x = V \cos \theta$$

$$V_x = 95 \times \cos 35^\circ$$

$$V_x = 95 \times 0.819 = 81 \text{ km/h}$$

(2-5) بەرئە نجامى چەند ئاراستە دارىك بەرىگە شىتە ئكردىان بۇ تەومرە ستوونىيە كان.

نمونه :



لە وىنەى (2-14) دا

بەرئە نجامى ئەم سى ھىزە
كە دەكەونە ناو يەك
رووتەخت ولە خالى 0
كاردەكەن بىدۆزەروە،
ئاراستەى بەرئە نجامەكەش
دىار بكة.

شىكار:

1- ھەرىكەك لە ھىزەكان بۇ دوو پىكئەنەر F_y, F_x شىتە لادەكەين.

2- ئىنجا بەرئە نجامى پىكئەنەرەكان لە سەر ھەرىكەك لە دوو تەوەرەكە دەدۆزىنەوہ.

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots$$

3- ئىنجا بىردۆزى فىئاگورس بەكاردەھىتىن بۇ دۆزىنەوہى بەرئە نجامى

$$F_y, F_x$$

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

4- بۇ دۆزىنەوہى ئاراستەى بەرئە نجامى كۆتايى:

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

له وینه (2-15) دا، سټی هیزه که و پیکنه ره کانیان نیشان دراون.

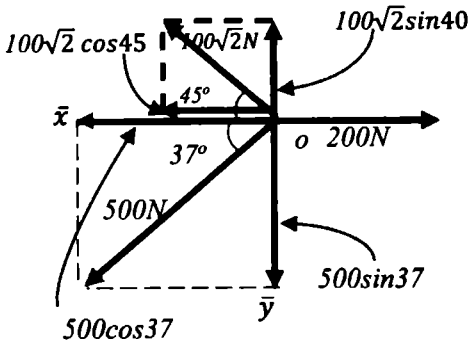
(0.

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$$

$$= 200 - 100\sqrt{2}\cos 45^\circ - 500\cos 37^\circ$$

$$= 200 - 100\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - 500 \times 0.8$$

$$= -300N$$



وینه (2-15)

$$F_y = F_{1y} + F_{2y}$$

$$= 100\sqrt{2} \sin 45^\circ - 500 \sin 37^\circ$$

$$= 100\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - 500 \times 0.6$$

$$= -200N$$

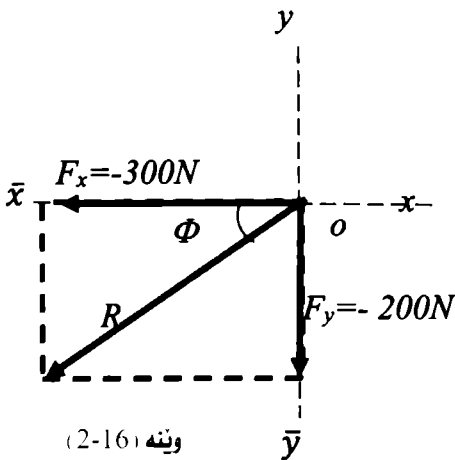
$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

$$F = \sqrt{(-300)^2 + (-200)^2}$$

$$= 360N$$

$$\tan \Phi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{-200}{-300} = 0.66$$

$$\Phi = 33.6^\circ$$



وینه (2-16)

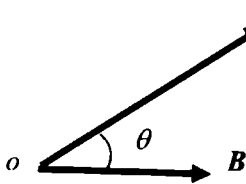
(2-6) لیکدانی ژمارهیی دوو ناراسته دار

Scale product of two vectors

له لیکدانی ژمارهیی دوو ناراسته داردا: نه نجامی لیکدانه که هیندیکی ژمارهیی دهرده چیت. (پیی دهگوتری لیکدانی نه ناراستهیی) (یان لیکدانی خالی).

نه گهر دوو ناراسته دارمان هه بیټ A و B ، نهوا پیناسهی لیکدانی ژمارهیی

(یان خالی) نه م دوو ناراسته داره به م جورده ده بیټ. A



وینه (2-17)

$$A \cdot B = AB \cos \theta \dots (2-9)$$

A, B بری ژمارهیی دوو ناراسته داره که ن.

θ گوشهیی نیوانیانه ($\theta < 180$). کاتیک

له هه مان خاله وه وینه ده کرین. وه $A \cdot B$ به م شیوه ده خویندریته وه،

(A دۆت B). وینه (2-17).

هاوکیشهیی (2-9)، به ته وایی له گه ل پیناسهی بری نهو ئیشهیی هیژکی

جیگیر ده یكات ریکده که ویت.

نهو ئیشهیی له لایه ن هیژکه وه به ریده کریت، ده کاته لیکدانی ژمارهیی

هیژه که و لادانه که، به م شیوه ده نووسریت.

$$W = F \cdot d = Fd \cos \theta$$

$\theta = <$ گوشهیی نیوان ناراسته داری هیژه که و ناراسته داری لادانه که یه.

نمونه: له وینه دا بری هیژی $F = 20N$ ، گوشهیی 30° له گه ل زه وی دروست

ده کات. نهو ئیشهیی له لایه ن نه م هیژه وه جیبه جیده کریت چه نده؟ نه گهر

گالیسکه که بۆ لادانی $100m$ رابکیشیت.



وینه 2-18

شیکار:

$$\begin{aligned}
 W &= F \cdot d \\
 W &= F d \cos \theta \\
 &= 20 \times 100 \times \cos 30 \\
 &= 20 \times 100 \times 0.866 \\
 &= 1732 \text{ J (جول)}
 \end{aligned}$$

(2-7) لیکدانی ئاراستهیی دوو ئاراسته‌دار

Cross product of two vectors

بۆ مامه‌له‌کردن له‌گه‌ڵ سیفهی ئاراسته‌یی گوشه‌ته‌وژم و زه‌بر، پێویستیمان به‌ بیرۆکه‌ی لیکدانی ئاراسته‌یی هه‌یه‌.

به‌گشتی، لیکدانی ئاراسته‌یی دوو ئاراسته‌دار A , B ئاراسته‌دارێکی تره‌ C

$$C = A \times B \dots\dots\dots(2-10)$$

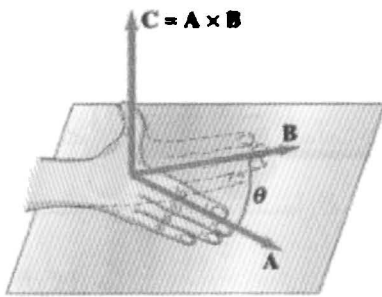
ده‌خویندرێته‌وه‌ A کرۆس B ، نرخ‌ی ژماره‌یی C ده‌بیته‌:

$$C = AB \sin \theta \dots\dots\dots(2-10)$$

θ ئه‌و گوشه‌یه‌ ($\theta < 180^\circ$) ده‌که‌وێته‌ نێوان A , B .

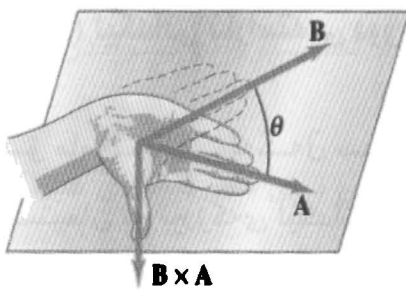
ئاراسته‌داری C له‌سه‌ر ئه‌و رووته‌خته‌ی A و B تێدایه‌ ستوون ده‌بیته‌،

ئاراسته‌که‌شی به‌پێی یاسای ده‌ستی راست دیاریده‌کریت، وینه (2-19). ئه‌م یاسایه‌ش ده‌لی:



وینە (2-19)

ئاراستەداری $C = A \times B$ ستوونە لەسەر ئەو رووتەختە A وە B تێدايە. ئاراستەگە C بە یاسای دەستی راست دیاریدەکەریت



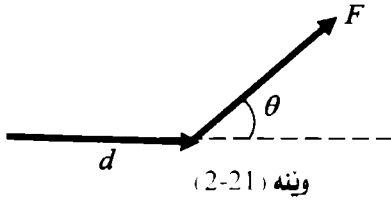
وینە (2-20)

ئاراستە $B \times A$ یەكسانە بە $-A \times B$.
لەگەڵ وینە (2-19) بەراوردی بکە.

چوار پەنجەگە C دەستی راست جگە لە پەنجە A گەورە لەگەڵ ئاراستەداری A رێکبخە، ئینجا بیانوو قینە لە ئاراستەداری A وە بۆ ئاراستەداری B بە گوشە بچووکە، ئەوا پەنجە C گەورەت ئاماژە بۆ ئاراستە C دەکات. ئەمە تەنها بۆ حالەتی $C = A \times B$ راستە.

ئاگاداریە کە، $A \times B = -B \times A$ ،
لەمەو دیاردەکە ویت کە هەرچەندە نرخى ژمارەیی $A \times B$ یەكسانە بە نرخى ژمارەیی $B \times A$ بەلام بە پیتی یاسای دەستی راست ئاراستەیان پێچەوانە. کەواتە ریزبەند گرنگە. ئەگەر ریزبەندی A ، B بگۆریت ئەوا ئاراستە C دەگۆریت. بپوانە وینە (2-20). کە تیايدا ئاراستە $C = B \times A$ بەرەو بەشى سالیبی تەوهری (y) .

زەبر ($Torque$) هیندیکە دەتوانریت بە هۆی لیکدانی ئاراستەیی دەربپریت، بۆ روونکردنەوهری ئەمە، دەلێین: لە وینە (2-21) دا، هیزی F لادانی d لە تەوهری خولانەوهر O دوورە، کاردەکاتە سەر توولیک، ئاراستە F هیزەکش گوشە θ لەگەڵ ئاراستە d لادانە کە دروست دەکات، ئەوا:



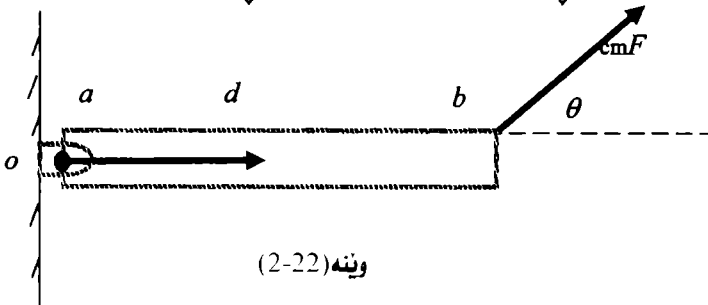
$$\tau = d \times F$$

نرخى ژماره يى زه بر ده بئته.

$$\tau = dF \sin \theta$$

نمونه:

له وينه دا تولىك ab دريژى $(3m)$ ه. تواناي هيه به ده وري جومگى 0 بخوليتته وه. هيژى $100N$ ، به ئاراسته ي 30° له گه ل ئاسؤ كارد ه كاته سه ر خالى b . وينه $(2-22)$ ، ئايا برى زه برى نه وه يژه وه ئاراسته كه ي به ده وري



خالى 0 چه نده؟

شيكار:

وينه $(2-22)$

$$\tau = d \times F$$

$$= dF \sin \theta$$

$$= 3 \times 100 \times \sin 30^\circ$$

$$= 3 \times 100 \times 0.5$$

$$= 150 \text{ m.N}$$

ئاراسته ي زه بره كه به هؤى ياساى

ده ستي پاست ديارده كريئت، چوار

په نجه ي ده ستي پاست له ئاراسته دارى

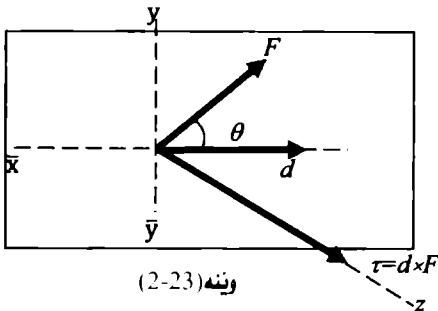
d يه وه بؤ ئاراسته دارى F با بده،

په نجه ي گه وره، ئاراسته ي τ نيشان

ده دات، واته ئاراسته ي $d \times F$ نيشان

ده دات كه له سه ر نه م لاپه ريه ستونه وه

لييه وه ده رده چيئت. وينه $(2-23)$.



وينه $(2-23)$

پرسیارو راهینان

پ۱: دوو ترومبیل یه کیکیان به خیرایی 30km/h به ره و خوره لات ده پوات،
نه ویدیان به خیرایی 30km/h به ره و باکور ده پوات ئایا خیراییه کانیان
یه کسانه؟ بچی؟

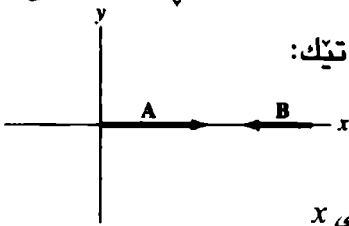
پ۲: نمونه یه ک بده، ده ربارهی ته نیک، دوو ریه کی زور ده بریت به لام
لادانه کی سفره.

پ۳: نه گه $V = V_1 + V_2$ ، ئایا V له V_1 وه V_2 گه وره تره؟
ئایا V له V_1 یان له V_2 گه وره تره؟ له ووه لامه کت بکوله وه.

پ۴: دوو ئاراسته دار، $D_1 = 3.5\text{ km}$ وه $D_2 = 4\text{ km}$ ، ئایا گه وره ترین و
بچووکتین به رنه نجامیان چه نده. وه لام: 0.5 km , 7.5 km

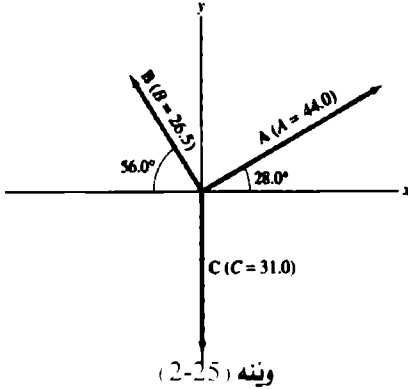
پ۵: به ریگای هیلکاری، به رنه نجامی ئه م سی لادانه به دوزه وه.
(1) 30° , 14 m باکوری خوره لات (2) 37° , 18 m خوره لاتی باکور.
(3) 20 m روزه ئاوی باشوور.

پ۶: له وینه ی (2-24)، دوو ئاراسته دار A , B پیشانده دات، بپی ژماره یی،
 $A = 6.8$ یه که. $B = 5.5$ یه که، نه و C دیاری بکه کاتیك:



وینه (2-24)

- وه لام:
- a) $C = A + B$
 - b) $C = A - B$
 - c) $C = B - A$
- a) 1.3 یه که. ئاراسته ی موجه بی ته وه ری x
- b) 12.3 یه که ئاراسته ی موجه بی ته وه ری x
- c) 12.3 یه که ئاراسته ی سالبی ته وه ری x



پ ۷: سیّ ئاراسته دار له وینه (2-25)

پیشاندراون. بهرئه نجامی ئهم سیّ

ئاراسته داره بدۆزه ره وه. برۆ

ئاراسته کانیان له وینه که دیاریکراوه.

وه لām: 26.7 , 25.8° له سه رووی x

پ ۸: ئاراسته داری A ، بره که $A = 80 \text{ m}$ رووه و خۆره لات. وه

ئاراسته داری B ، بره که $B = 60 \text{ m}$ رووه و باکوور. ئه نجامی ئه مانه

ده کاته چهند؟ $A \cdot B$ (a) $A \times B$ (b)

وه لām: 0 (a) 4800 m (b)

پ ۹: بهرئه نجامی دوو هیزی ستوون له سه ریه کتری 200 N بوو. ئایا ئهم

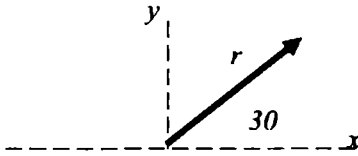
هیزه چهنده که گوشه یه ک دروستده کات له گه لّ بهرئه نجامه که بره که ی

30° بیت؟ وه لām: 173.2 N

پ ۱۰: له وینه ی (2-26) دا، ئاراسته داری r لادانیك $r = 20 \text{ m}$ ده نوینیت، به

گوشه ی 30° ، له گه لّ بهشی موجه بی ته وه ری x ، پینکه ری x ، y ئهم

لادانه بدۆزه وه.



وه لām: $r_x = 17.3 \text{ m}$, $r_y = 10 \text{ m}$

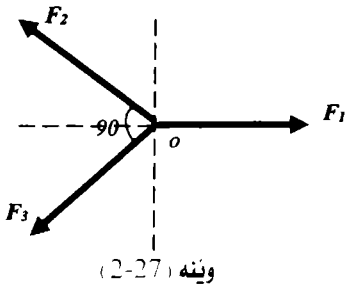
وینه (2-26)

پ ۱۱: هیزیك 70 N ، پینکه ری بهشی موجه بی ته وه ر (x) ئهم هیزه ده کاته

56 N ، پینکه ری y بدۆزه ره وه، وه ئه و گوشه ی هیزه که له گه لّ ته وه ری

x دروستیده کات بدۆزه ره وه. وه لām: (42 N) , (37°)

پ۱۲: لە م وینەدا (2-27)، بەهای ژمارەیی ئەم سی ھێزە،



وینە (2-27)

کار لە تەنی $F_3 = 6\text{ N}$, $F_2 = 8\text{ N}$, $F_1 = 10\text{ N}$

0 دەکەن، بەرئەنجامەکیان چەندە؟ لە

وەلامەکە چی دەرئەنجام دەکەیت؟

وەلام: (0). (تەنەکە ھاوسەنگە)

پ۱۳: پاڤەرێک، لادانی 24 km روو و خۆرھەلات رادەکات، ئینجا بە ئاراستەیی

60° باکووری خۆرھەلات لادانی 16 km تری راکرد، ئایا راستەوپاست چ

لادانیەک لە شوێنی دەستپێکردنیەو دەور کەوتۆتەو بە چ ئاراستەییەک.

وەلام: 23° , 34.9 km باکووری خۆرھەلات.

پ۱۴: فرۆکەوانیکی فرۆکەییەکی تاییەت، 40 km بە ئاراستەیی 60° باکووری

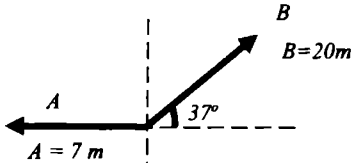
خۆرھەلات دەفڕی، ئینجا 60 km بەر و خۆرھەلات، دوایی 20 km بەر و

باکور، ئایا ئەم فرۆکە چەند لایداو لە خالی دەستپێکردنیەو بە چ

ئاراستەییەک. ا—بەرێگای ھێلکاری ب. —بەرێگای ھەژمار (حیسابی):

وەلام: 34.3° , 96.8 km باکووری خۆرھەلات

پ۱۵: لە وینەدا (2-28)، بری ژمارەیی و ئاراستەیی ئەمانە بەرێگای ھێلکاری



وینە (2-28)

بدۆزەو.

(a) بەرئەنجامی کۆکردنەو $A+B$.

(b) بەرئەنجامی لێکدەرکردنی $A-B$.

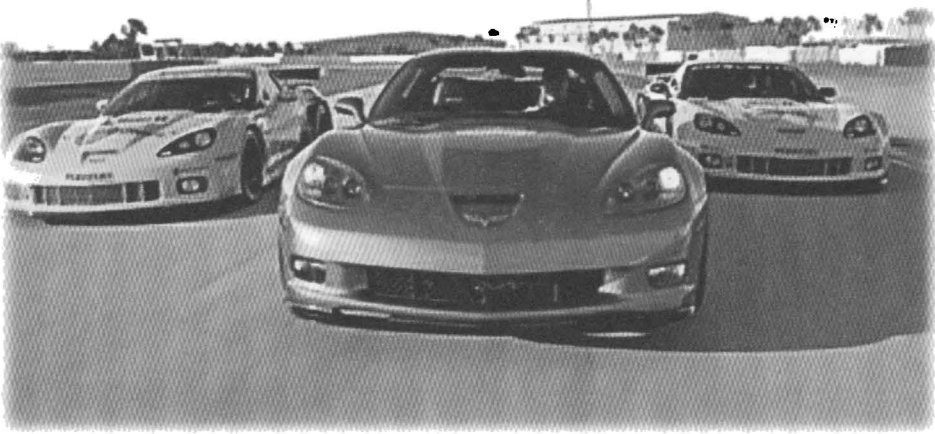
وەلام: $b) 26\text{ m}$, 210° , $a) 15\text{ m}$, 53°

پ۱۶: فرۆکەییەک بە خێرای 250 km/h بەر و باکوور دەفڕێت ئەگەر بە

(wind) بە خێرای 75 km/h بە ئاراستەیی باشووری خۆرھەلات ھەلبات

ئايا بەرئە نجامى خىرايى فېۋكەكە چەندە: a بە رېڭاى ھېلكارى.
 b بە رېڭاى حىسابى. ۋەلام: باكوورى رۆژھەلات. 204 km/h , 75°
 پ۱۷: فېۋكەيەك لە زەۋىيە ۋە بە خىرايى 100 km/h ۋە بە گوشەى 30° لە گەل
 زەۋى ھەلدەستىت. ئايا خىرايى ئۆتۆمبېلىك دەبى چەند بىت تا ھەردەم
 لە ژىر فېۋكەكە بىمىنىتە ۋە. ۋەلام: 86 km/h

جوولەو خىرايى Motion and velocity



جوولەى تەنەكان، وەك جوولەى تۆپى پى، جوولەى ئوتۇمبىل، تاكو جوولەى مانگ و جوولەى ھەسارەكانىش شتى روون و ئاشكران لە ژيانى رۇژانەماندا. لە سەدى شازدەم و ھەقىدەم تىگەشتىكى نوئى دەربارەى جوولە بىيات كرا. زۆر لە زاناكان بەشداريان لە بىياتنانى ئەم تىگەشتە كرد. بەتايىبەتى گابىلۇ گابىلى (1564-1642) و نىسحاق نيوتن (1642-1727). ئەم بەشەدا باسى جۆرەكانى جوولە و پىناسەى جوولەى بەتاودان دىكەين و پىرموى مووشەكەكان شى دىكەيندە

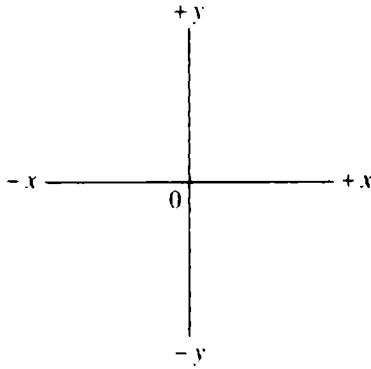
(3-1) جوولە (Motion)

جوولەى ھەر تەننىڭ، ۋەك تۈپى پى، ئۆتۈمبىل، راكەر...، تاكو جوولەى خۆر ۋە يېقىش، ديار دەى ئاشنان لە ژيانى رۇژانەماندا. دراسەتى جوولەى تەنەكان ۋە ئو بىرۈكانەى پەيوەندن بە ھىزو ووزە، دچىتە بواری بابەتیک پىى دەگوتىرى مىكانىك (*Mechanics*)، ئەم بابەتش دەبىتە دوو بەش، كايناماتىك (*Kinematics*)، ئەمەش لە چۈنىەتى جوولانەۋەى تەنەكان دەكۆلىتەۋە، بىتەۋەى ھۆكارەكانى جوولانەۋە باس بكات. ۋە داينامىك (*Dynamic*) ئەمەش مامەلە لەگەل ھىزو ھۆى جوولانەۋەى تەنەكان دەكات.

جوولە پىناسە دەكرىت بە گۇرانى بەردوامى شوپىنى تەن بە گۇيرەى تەننىكى دى كە بە جىگىر دادەنرىت.

ھەر پىوانىك بكرىت بۆ دياركردنى، شوپىن يان دورى يان خىرايى، پىويستە بە گۇيرەى تەۋەرەكانى پشتىپىبەستن بىت *Frame of reference*. (تەۋەرەكانى پشتىپىبەستن) چەند تەۋەرىكن لە پۇتاتنىكدا بۆ مەبەستە كىرەرىەكان، ۋا دادەنرىت جىگەرە، دەتوانرىت شوپىنى تەننىك يان خالىكى لە ھەر ساتىكدا پى ديارى بكرىت)، بۆ نمونە كاتىك تۆ دانىشتوۋى لەناو شەمەندەفەرەك، بە خىرايى 80 km/h دەپوات، ۋە تەماشاي كەسىك دەكەى لەناو شەمەندەفەرەكە بە تەنىشت تۆ دا دەپوات بەرەو پىشەۋەى شەمەندەفەرەكە بە خىرايىەك، بلى 5 km/h ، ئەم خىرايىە لە راستىدا خىرايى كەسەكە بە گۇيرەى شەمەندەفەرەكە، ئەگەر تەۋەرەكانى پشتىپىبەستن لە شەمەندەفەرەكە چەسپ كرابىت. بەلام بە گۇيرەى زەۋى، ئەۋا كەسەكە بە خىرايى $80\text{ km/h} + 5\text{ km/h} = 85\text{ km/h}$ ، دەجولىت، كاتىك تەۋەرەكانى پشتىپىبەستن لەسەر زەۋى دانرابىت، بەلام خىرايى كەسىكى تركە لە

تەنیشت تۆ دانىشتوۋە بە گوۋىرەى خۆت دەكاتە سىفر، تۆ تەۋەرى پىشتىپىبەستراۋى. ۋە خىرايى ھەردوۋتان بە گوۋىرەى زەۋى دەكاتە $80km/h$.
 "لەم بارەدا زەۋى تەۋەرى پىشتىپىبەستەنە".

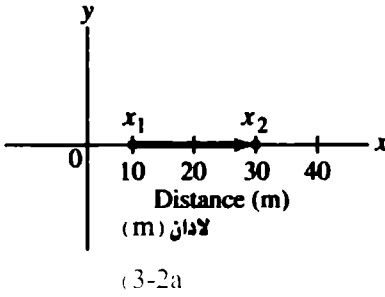


دەبى تەۋەرەكانى پىشتىپىبەستەن
 دىارى بىكەيت كاتىك باسى خىرايى
 دەكەيت، لە ژيانى رۆژانەدا شتىكى باۋە
 كە زەۋى "ground" بە تەۋەرى
 پىشتىپىبەستەن دادەنرىت، ئەگەر نا، ئەۋا
 دەبى ئامازەى بۆ بىكرىت.

ۋىنە 3-1 پۇۋتانى x, y

لە فىزىيادا، زۆر جار، پۇۋتان "coordinate axis" ۋىنە دەكرىت ۋەك تەۋەرەكى پىشتىپىبەستەن، ۋىنە $(3-1)$ ، 0 خالى بىنەرەتە، دوۋتەۋەرى x, y لەسەر يەكترى ستوۋن. ئەۋ خالانەى لەلەى راستى خالى بىنەرەت 0 لەسەر تەۋەرى x دادەنرىن، دوۋرىان لە خالى (0) مۇجەبە. ۋە ئەۋانەى لەلەى چەپى (0) ۋە لەسەر تەۋەرى (x) دادەنرىن، دوۋرىان لە خالى بىنەرەت (0) سالىبە ۋە ئەۋ خالانەى لە سەرەۋەى (0) لەسەر تەۋەرى y دادەنرىن دوۋرىان لە (0) مۇجەبە. ۋە دوۋرىان سالىبە ئەگەر لەخوارەۋەى (0) دابىرىن. زەين بدە جوۋلەى تەنىك بۆ ماۋەيەكى دىارىكراۋ لەسەر تەۋەرى x .

لەسەرەتادا لەۋ ساتەى كات t_1 تەنەكە لە خالى x_1 دايە. ۋىنە $(3-2a)$. لە كاتىكى دواتر (t_2) ، دابىنى تەنەكە لە خالى x_2 دادەبىت.



نەم تیراسایە لادانی $x_2 - x_1$ دەنۆینیت بە مەتر

هێمای Δ (دەلتا) مانای "گۆپان لە"، لێرەدا Δx مانای گۆپان لە x . ئەمەش دەکاتە بری لادان. ئاگاداربە گۆپان لە هەر بریک مانای نرخێ کۆتایی کەم نرخێ سەرەتایی. بۆ نموونە ئەگەر $x_1 = 20m$ و $x_2 = 30m$ بێت، ئەوا

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 30 - 20 = 10m$$

ئێستاکە، دانێ کەسێک بەرەو لای

چەپ لە سەر تەوهری x دەپوات لە

$x_1 = 30m$ دەستپێدەکات، بۆ خاڵی

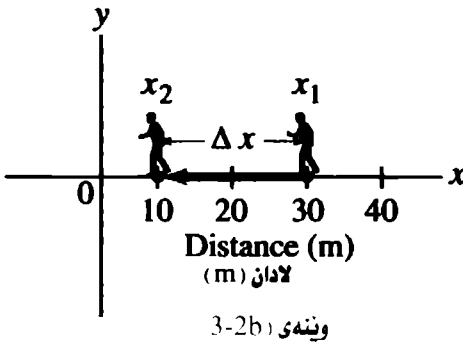
$x_2 = 10m$ کۆتایی دیت لەم بارەدا

لادانی تەنە کە دەکاتە: $\Delta x = x_2 - x_1$

$= 10 - 30 = -20m$ وە بە تیراسایە ک

دەنۆیندریت ئاماژە بۆ لای چەپ

دەکات. وێنە (3-2b)

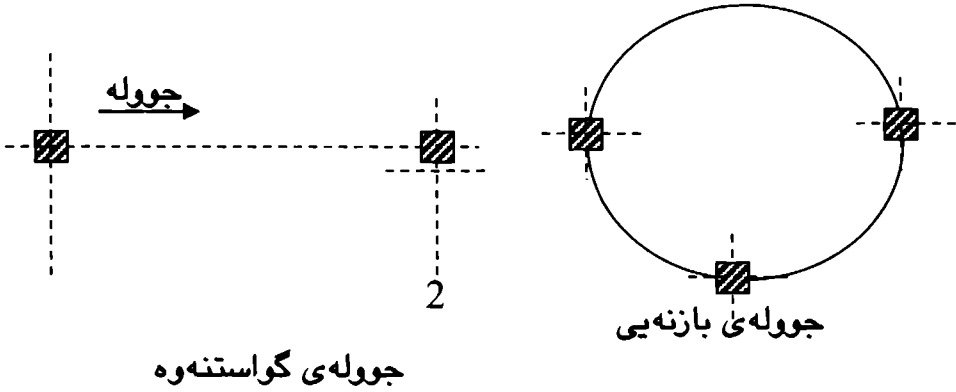


لادان. $\Delta x = x_2 - x_1 = 10 - 30 = -20m$ بەرەو لای چەپ

جووله زور جوري ههيه :

1- جووله ي جیگور (جووله ي گواستنه وه) Translation Motion

جووله ي نهو ته نهيه ، کاتيک نهو ته وه رانه ي له ته نه که دا چه سپده کرين به دريژايي ريپه وه که ي، ته وه ره کان به يه کتري ته ريب ده بن. جا نه گه ر ته نه که له سه ر هيلکي راست بجوليت نهو جووله که ي به هيل وه نه گه ر جووله که ي له سه ر ريپه ويکي بازنه يي بيت نهو جووله که ي بازنه ييه . جووله ي بازنه يي، جووله ي ته نيکه له سه ر ريپه ويکي بازنه يي به گويکي نه گور. وينه (3-3)



وينه (3-3)

2- جووله ي به خول Rotational Motion

جووله ي ته نيکه به ده وري ته وه ريک به ناو ته نه که دا تيپه رده بيت. وهك خولانه وه ي پانکه ي کاره بايي.

3- جووله ي ده وري (به پات) Periodic Motion

جووله ي ته نيکه له سه ر ريپه ويکي دياريکراو، له ماوه ي کاتي به کساندا دووباره ده بيتته وه، وهك سوورانه ي هه يف به ده وري زه ويدا.

4-جھولہ ی به لہرہ Vibrational Motion

جھولہ ی تہ نیکہ لہ سہ ریڑھ ویکی دیاریکراو لہ ماوہ ی کاتی یہ کساندا پیچہ وانہ دہ بیٹہ وہ . وہ ک جھولہ ی تہ نیکہ ہ لہ واسراو به سپرینگ کی شاولی . یان لہ رینہ وہ ی لقی دولکہ ی سازدہر (زرنکہ چہ نگال) .

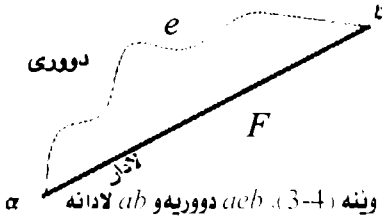
(3-2) دووری : Distance

لہ وینہ (3-4) تہ نیک لہ خالی a دہ ست به جھولہ دہ کات و به ریگی e دا

دہ پوات تاکو دہ گاتہ خالی b .

دریژی ریگی e کہ تہ نہ کہ پیی دا

دہ پوات لہ a بو b پیی دہ گوتری دووری



کہ واتہ دووری، دریژی تہ ریڑھ وہ یہ کہ تہ نیک پیی دا دہ پوات لہ کاتی

کواسٹنہ وہ ی لہ خالی کہ وہ بڑ خالی کی دی . به مہ تر یان کیلومہ تر دہ پیوریت .

وہ بریکی نہ ٹاراستہ ییہ .

لادان Distancement

لہ وینہ (3-4) دا . تہ گہر تہ نہ کہ راستہ و راست لہ خالی a بو خالی b

بروات . تہ وا دریژی تہ م ریگا راستہ (F) پیی دہ گوتری بری لادانی تہ نہ کہ .

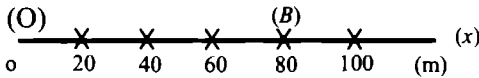
واتہ لادان: دریژی تہ و مایلہ راستہ یہ کہ خالی دہ ست پیکردن به جھولہ به

خالی کوتابی دہ گہ یہ نیت .

لادان بریکی ٹاراستہ ییہ و به مہ تر یان کیلومہ تر دہ پیوریت به گویرہ ی

وینہ 3-5، تہ تولکہ یہ ک لہ خالی (0) بو خالی B ئینجا لہ خالی B گہ پایہ وہ بو

خالی 0 .



وینہ (3-5)

ٺهوا ٺهو دوريهي ته ٺوڙڪه ڪه ده پريٽ ده ڪاهه، $80m+80m=160m$ به لام
لادانه ڪي ده ڪاهه سفر چونڪه ده گه پيٽه وه خالي 0.

(3-2) ٽيڪري گور Average speed

گوري ته نيڪي جولاءِ، بريٽيه له ٺهو دوريهي ته نه ڪه ده پريٽ له به ڪي
ڪاهه. هيٺيڪي نه ٺاڙاستهيه، گور ته نها ٺاڙهه به وه ده ڪاهه، ڇهن ته نه ڪه
به په له ده جوليت، بي ٺه وه ده ربارهي ٺاڙاستهيه جولاهه ڪي بدوي. به
دابه شڪردني گشت ٺهو دوريهي ته نيڪ ده پريٽ به سهر ٺهو ڪاهه ته نه ڪه
ده خاينيت ٻو بريٽي ٺهو دوريه، ٽيڪري گوري ته نه ڪه مان ده ستهه ڪه وٽ.

$$\frac{\text{دوري گشتي ٻڙو}}{\text{ڪاهي خايه نراو}} = (\bar{v}) \quad \text{ٽيڪري گور}$$

$$\therefore \bar{v} = \frac{d}{t} \dots\dots\dots(3-1)$$

به ڪي گور ده بيٽه m/s .

ٺه گهر ته نه ڪه دوري به ڪساني بري له ماهه ڪاهه به ڪسانه ڪاندا، ٺهوا
گور ڪه ريڪه، به لام ٺه گهر دوري نايه ڪساني بري له ماهه ڪاهه
به ڪسانه ڪاندا، ٺهوا گور ڪه ناريڪه.

(3-3) ٽيڪري خيري Average velocity

دابين له ساتيڪي ديار يڪراودا با بلين t_1 ته نيڪ له سهر ته وهري x له
خالي x_1 دايه، وه له ڪاتيڪي دواتر t_2 ته نه ڪه له خالي x_2 دايه. ڪاتي خاينراو
ده ڪاهه t_2-t_1 وه له ماهه ده لاداني ته نه ڪه ده ڪاهه x_2-x_1 له بهر ٺه وهي،

پېناسەى خېراىى بىم جوړهيه، برېتیه له بهرې لادانى بېراو دابهش کاتى
خاينراو. يان برېتیه له لادانى بېراو له يهکەى کاتدا.

$$\therefore \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots \dots \dots (3-2)$$

خېراىى هينديکى ئاراستهيه، به m/s دهپوړيت.

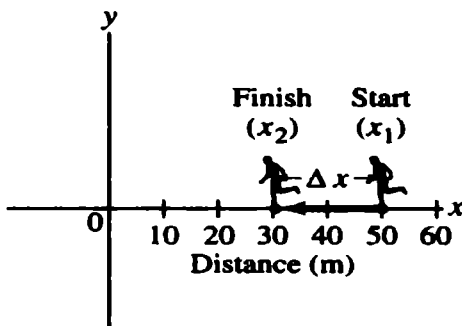
نېشانەى لادان و نېشانەى خېراىى موجب دىهن تهگەر تهنهکه لهسەر
تهوهرى x بو لای راست بېرات وه نېشانەکانيان ساليب دىهن تهگەر تهنه بو
لای چەپ بېرات.

تهگەر تەنیک به تاودانیکی ریک خېرايهکەى بگوړيتن سەرته خېرايهکەى
(v_i) بيت ($initial\ velocity$) وه کوتا خېرايهکەى v_f بيت. ($final\ velocity$)
ئەوا تيکرايى خېرايى \bar{v} دهکاته.

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} \dots \dots \dots (3-3)$$

هاوکيشەى (2)، تەنها ئەو تەنانه دهگريته وه که به تاودانیکی جيگير
دهجولین لهسەر هيلیکى راست.

نمونە : له وينه (3-5) دا، له ماوهى $3\ s$ دا، راکهريک: شوينهکەى له
 $x_1 = 50\ m$ دهگوړيت بو شويني $x_2 = 30.5\ m$. ئايا تيکرايى خېرايى ئەم
راکەرە چەنده؟



شیکار:

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_2 - x_1 = 30.5 - (+50) = -19.5\ m \\ \Delta t &= t_2 - t_1 = 3\ s \\ \bar{v} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-19.5}{3} = -6.5\ m/s \end{aligned}$$

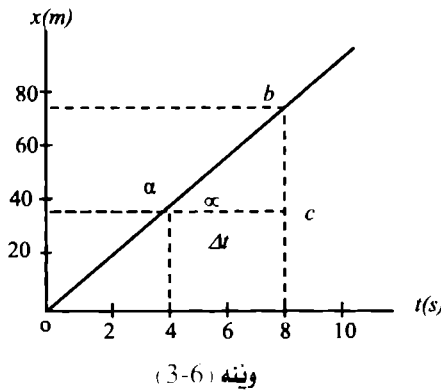
وينه (3-5)

کەسک له $x_1 = 50\ m$ بو $x_2 = 30.5\ m$ دهبهزيت. لادانهکەى $(-19.5\ m)$.

نېشانە ساليبه که ئامارەيه بو ئاراستەى خېرايهکە، بهرەو چەپه.

نمونه :

له وینه (3-6) دا گرافي شوین بهرامبر کات پیشانده دات، بۆ ته تۆلکه یه ک له سه رهیلکی راست ده جوولیت. خیرایی ته تۆلکه که چنده ؟ شیکار :



له گرافه که دا. که $t_1 = 4 \text{ s}, x_1 = 30 \text{ m}$

که $t_2 = 8 \text{ s}, x_2 = 70 \text{ m}$

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\therefore \bar{v} = \frac{70 - 30}{8 - 4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m/s}$$

له سیکرشه (abc) دا

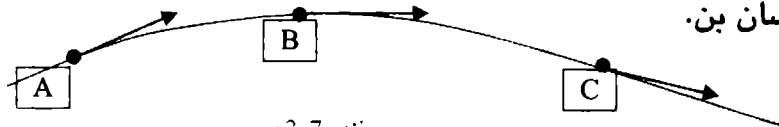
$$\tan \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m/s}$$

به $(\tan \alpha)$ ده گوتری لاری هیله که. واته لاری هیله که ده کاته تیكرای

خیرایی.

(3-4) خیرایی ساتی : Instantaneous velocity

کاتیك، ته نیک له سه ر ریگایه کی که وانه یی ده جوولیت (وینه 3-7)، له وانه یه نه م ته نه گوپیکی نه گوپی یان گوپاوی مه بیت. گوپه که ی نه گوپ ده بیت، نه گهر دووری یه کسان له ماوه ی کاتی یه کسان بهریت، وه گوپه که ی گوپاوه ده بیت نه گهر نه و دوریانه ی له ماوه کاتی یه کسانه کاند ده بهریت نا یه کسان بن.



وینه (3-7)

تیراسکان خیرایی ساتی ده نوینن

ئەو تەنەى لەسەر رېپرەويكى كەوانەىى بە گورپكى نەگور دەپوات،
خىرايىەكەى گورپاۋ دەبىت. ھۆى گورپانى خىرايىەكەى دەگەرپتەۋە بۆ گورپانى
ئارپاستەى خىرايىەكە نەك بۆ برەكەى چونكە برى خىرايىەكەى جىگىرە.

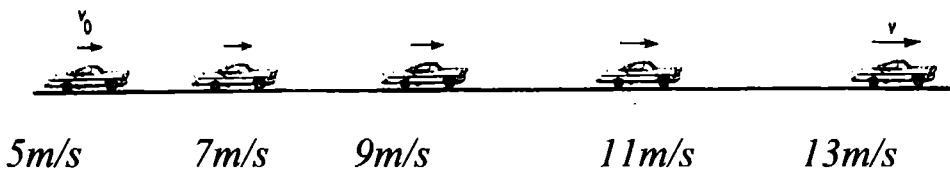
كاتى ۋەسفرىنى جوولەى تەتۆلكەيەك لە رېپرەويكى كەوانەىيەدا، ھەندى
جار پىى دەۋىت خىرايىە ساتىەكەى دىارىبىكرىت. ۋەك لە ۋىنە (3-7)
پىشاندىراۋە. خىرايى ساتى تەتۆلكەيەك لە ھەر خاللىكى پىرەۋەكەيدا
دەستدەكەۋىت بە ۋىنەكرىنى لىكەۋتىك بۆ كەوانەكە لە ۋە خالەى كە مەبەستە
خىرايىە ساتىەكەى لى دىارىبىكرىت، برى خىرايىە ساتىەكە يەكسانە بە گورپى
تەتۆلكە لە لە ۋە ساتى بە خالەكەدا دەپوات، ۋە ئارپاستەكەشى ھەمان
ئارپاستەى لىكەۋتە ۋىنەكراۋەكەيە لە خالەكەدا. واتە خىرايى ساتى
تەتۆلكەيەك، برى خىرايىە گورپاۋەكەيەتى لە ھەر ساتىكدا.

پىۋەرى گورپ (speedometer) لە ئۆتۆمبىلدا، ئاماژە بۆ خىرايى ساتى
ئۆتۆمبىلەكە دەكات.

(3-5) تاۋدان Acceleration

تاۋدان، پەيۋەندى بە خىرابوون يان ھىۋاشبوونى تەنىكەۋە ھەيە، واتە
پەيۋەندى بە گورپانى خىرايىەۋە ھەيە.

زەين بدە ۋىنەى (3-8). كە تىايدا خىرايى ساتى ئۆتۆمبىللىك لە كۆتايى
ھەر چركەيەك پىشاندىدەت، دەبىنىت خىرايىەكەى لە زىادبوون دايە.



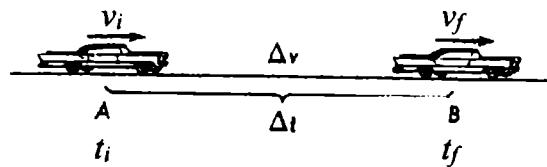
ۋىنە (3-8) خىرايى ساتى ئۆتۆمبىللىك لە كۆتايى ھەر چركەيەك پىشاندىدەت.

وہ لہ ہر چرکہ یہ کدا بہ بری $2m/s$ زیاد دہکات، لہم حالۂ تہ دا دہتوانین
 بلتین کہ نہم ٹوتومبیلہ بہ تاودان دہجولیت، بری تاوددانیہ کہشی دہکاتہ
 $2 m/s$ یاں $2 m/s^2$ کہواتہ: تاودان پیناسہ دہکرت بہ تیکرایی کاتی گورانی
 خیرایی یاں بریتیہ لہ گوران لہ خیرایی لہ یہ کہی کاتدا.

نہگہر ٹوتومبیلہ کہ لہ خیرابوون دابیت نہوا تاودانہ کہی موحہ بہ وہ نہگہر
 لہ ہیواشبوونہ وہ دابیت نہوا تاودانہ کہی سالیبہ بہ پئی پیناسہ کہی
 سہرہ وہ:

$$\frac{\text{گوران لہ خیرایی}}{\text{کاتی خاینراو یو نہم گورانہ}} = \text{تاودان}$$

لہ وینہ (3-9)، ٹوتومبیلک لہ سہر ریڑہ ویکی راست (AB) بہ تاودانیکی
 ریک (a) دہروات. ساتی بہ خالی A دا دہروات خیراییہ کہی کہمہ (v_i) ، وہ
 ساتی تیپہ پبونی بہ خالی B دا خیراییہ کہی زورترہ (v_f) ، بہ V_i دہگوتری
 خیرایی سہرہ تایی (initial velocity) وہ بہ V_f دہگوتری خیرایی کزایی
 (final velocity). نہگہر Δv گوران لہ خیرایی بیت نہوا: $\Delta v = v_f - v_i$



وینہی (3-9) ٹوتومبیلک یو وچانی Δt تاودددریت.

نہگہر بہ و کاتہی کہ ٹوتومبیلہ کہ بہ خالی (A) دہروات بگوتریت کاتی
 سہرہ تایی t_i وہ بہ و کاتہی کہ بہ خالی B دا دہروا بگوتریت کاتی کزایی
 t_f نہوا گوران لہ کات دہکاتہ (Δt) ، $\Delta t = t_f - t_i$

دابنی پیتی a ہیما تاودان بیت. نہوا بہ پئی پیناسہ کہ:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \dots \dots \dots (3-14)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

وا باوه له حالتی کات پیواندا، کاتی سهرتایی به سفر دابنریت، واته $t_i = 0$ که واته کاتی خاینراو ده کاته: $\Delta t = t_f - t_i = t_f - 0 = t_f$ ، ته نها هیماي t بۆ کاتی خاینراو داده نریت.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \dots \dots \dots (3-5)$$

به شیکارکردنی هاوکی شهی (3-5) بۆ v_f .

$$v_f = v_i + at \dots \dots \dots (3-6)$$

نمونه:

ئۆتۆمبیلێک، له ریگایه کی راستدا به تاودان ده پوات. خیراییه که ی له وهستانه وه بۆ 75 km/h زیاده کات به ماوه ی $5s$.
 ئایا بری تیکرایی تاودانی ئەم ئۆتۆمبیله چهنده.
 شیکار:

ئۆتۆمبیله که له وهستانه وه دهست به جووله ده کات.

که واته: $v_i = 0$ خیرایی کوتایی $v_f =$.

$$v_f = \frac{75 \text{ km}}{h} = \frac{75 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{\text{km}}}{1 \text{ h} \times \frac{3600 \text{ s}}{h}} = \frac{75000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 21 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{21 - 0}{5} = 4.2 \text{ m/s}^2$$

نمونه:

ئۆتۆمبیلێک، له ریگایه کی راستدا به رهو لای راست ده پوات، شوفیره که ی بریک *brake* ده گریت، ئەگەر خیرایی سهرتایی $v_i = 15 \text{ m/s}$ بێت به ماوه ی $5s$ بۆ خیرایی کوتایی $v_f = 5 \text{ m/s}$ که م بێته وه. ئایا تیکرایی تاودانی ئەم ئۆتۆمبیله چهنده.

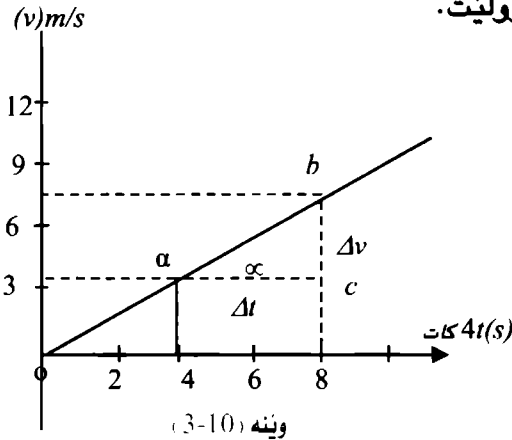
شیکار:

$$t_i=0, t_f=5s, \Delta t=t_f-t_i=5-0=5s$$

$$a = \frac{v_f-v_i}{t_f-t_i} = \frac{5-15}{5} = -2m/s^2$$

ئەم نیشانە سالیبەى تاودان، لەبەر ئەوەیە کە خێرایى کۆتایی کەمترە لە خێرایى سەرەتایی، وە ئاماژەى کە ئاراستەى تاودانە کە بەرەو لای چەپە. ئۆتۆمبیلە کە بە هیواشبوونەو دەجولیت.

نموونه:



وینە (3-10) گرافى خێرایى

بەرامبەر کات پێشاندەدات، بۆ تەئۆلکەى کە لەسەر هێلێکى راست بە تاودانێکى رێک دەجولیت ئایا برى تاودانە کەى چەندە؟

شیکار: لە وینە کەو

$$t_1=4s, v_i=3.2 m/s \quad \text{کە}$$

$$t_2=8s, v_f=6.5 m/s \quad \text{و}$$

$$\therefore a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$a = \frac{6.5-3.2}{8-4} = \frac{3.3}{4} = 0.825m/s^2$$

یان لە سێگۆشە (abc) دا.

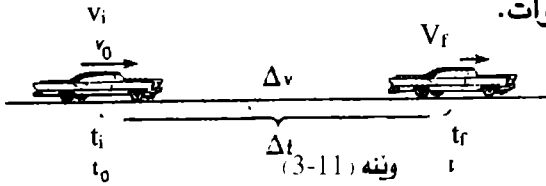
$$a = \tan \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.3}{4} = 0.825m/s^2$$

واتە لاری هێلە کە $\tan \alpha$ دەبێتە تاودان.

(3-6) ياساكانى جووله له سهر هيليكى راست به تاودانى ريك.

له وينه (3-11) دا ئۆتمبيليك، له خالى (A) دا، خيرايى سهره تاييه كهى

(v_i) به تاودانىكى ريك (a) ده پوات.



دواى تپه پېوونى كاتيكى ديارىكراو (t)، لادانى x ده بريت و ده گاته خالى

B به خيرايى (v).

له بهر نه وهى :

$$x = \bar{v} t \dots \dots \dots (3-2)$$

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} \dots \dots \dots (3-3)$$

$$v_f = v_i + at \dots \dots \dots (3-6)$$

به دانانى $\frac{v_f + v_i}{2}$ له جياتى \bar{v} له هاوكيشهى (3-2) دا.

$$x = \left(\frac{v_f + v_i}{2} \right) t \dots \dots \dots (3-7)$$

به دانانى $v_i + at$ له جياتى v_f له هاوكيشهى (3-7) دا.

$$x = \left(\frac{v_i + at + v_i}{2} \right) t$$

$$\therefore x = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \dots \dots \dots (3-8)$$

به شىكار كردنى هاوكيشهى (3-6) بۆ ده رهينانى t .

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

به دانانى $\frac{v_f + v_i}{2}$ له جياتى \bar{v} له هاوكيشهى (3-2) دا. وه دانانى $\frac{v_f - v_i}{a}$ له

جياتى t له هاوكيشهى (3-2) دا.

$$\therefore x = \left(\frac{v_f + v_i}{2} \right) \left(\frac{v_f - v_i}{a} \right)$$

$$x = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ax \dots \dots \dots (3-9)$$

نمونه :

ئۆتۆمبىلنىڭ لە دەستانەدە دەستى بە جوولە كرد، بە تاۋدانى $2m/s^2$ ۋە بۆ ماۋە $15s$ ، پاش ئەم ماۋەيە، بە خىرايى نەگۈرپ رۆيشت بۆ ماۋە $6s$ ، دۋاى ئەمە برىكەكەى (*brake*) بە كارھىتتا، بە ماۋە $8s$ ۋەستا. بدۆزەۋە :

a) خىرايى نەگۈرەكەى لە ماۋە $6s$ چركەكەدا. b) تاۋودان لە ۋ ماۋەدا كە برىكەكەى بە كارھىتتاۋە. c) لادانى بىراۋ لە ماۋە $15s$ ى يەكەمدا. d) لادانى بىراۋ لە ماۋە خىرايى نەگۈرپاۋەكەدا. e) لادانى بىراۋ لە ماۋە $8s$ ى كۆتايىدا.

شىكار:

$$\begin{aligned} a) \quad v_i &= 0, \quad a = 2 \text{ m/s}^2 \quad t = 15 \text{ s} \quad v_f = ? \\ v_f &= v_i + at \\ &= 0 + 2 \times 15 = 30 \text{ m/s} \quad \text{خىرايى كۆتايى} \end{aligned}$$

ئۆتۆمبىلەكە بەم خىرايى $30m/s$ بەردەوام دەيىت بۆ ماۋە $6s$ ئىنجا برىك دەگرىت.

$$\begin{aligned} b) \quad v_i &= 30 \text{ m/s} \quad v_f = 0 \quad t = 8 \quad a = ? \\ v_f &= v_i + at \\ 0 &= 30 + a \times 8 \\ A &= -3.75 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c) \quad v_i &= 0 \quad a = 2 \text{ m/s}^2 \quad t = 15 \text{ s} \quad x = ? \\ x &= v_i t + \frac{1}{2} at^2 \\ x &= (0) \times 15 + \frac{1}{2} \times 2^2 \times (15)^2 \\ x &= 225 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d) \quad \bar{v} &= 30 \text{ m/s} \quad t = 6 \text{ s} \quad x = ? \\ \bar{v} &= \frac{x}{t} \\ x &= \bar{v} t \\ &= 30 \times 6 = 180 \text{ m} \end{aligned}$$

$$e) \quad v_i = 30 \text{ m/s} \quad v_f = 0 \quad t = 8 \quad a = -3.75 \text{ m/s}^2$$

$$x = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x = 30 \times 8 + \frac{1}{2} \times (-3.75)^2 (8)^2$$

$$= 240 - 120 = 120 \text{ m}$$

نمونه :

ئەگەر تەنك بە تاودانىكى رىك لادانى (80m) بېرىت و لە ماوئەدا خىرايىەكى لە 8m/s بېيتە 32m/s . a بېرى ئەو تاودانە چەندە .
b) چەند كاتى خاياندووه تا ئەو لادانەى بېروە .

شىكار :

a) $v_i = 8 \text{ m/s}$, $v_f = 32 \text{ m/s}$, $x = 80 \text{ m}$ $a = ?$
 $v_f^2 = v_i^2 + 2ax$
 $(32)^2 = (8)^2 + 2 \times a \times 80$
 $a = 6 \text{ m/s}^2$

b) $v_i = 8 \text{ m/s}$, $v_f = 32 \text{ m/s}$, $a = 6 \text{ m/s}^2$ $t = ?$
 $v_f = v_i + at$
 $32 = 8 + 6t$
 $T = 4 \text{ s}$

نمونه :

ئۆتۆمبىلنىك بە تاودانى 2 m/s^2 لە وەستانووه دەست بە جوولە دەكات لەم ساتەدا لۆرىەك لە تەنىشتىووه بەهەمان ئاراستە بە خىرايىەكى نەگەر 36 km/h تىپەردەبىت . a) ئەم لادانە چەندە كە ئۆتۆمبىلەكە دەبېرىت تا دەگاتەووه لۆرىەكە ؟ b) خىرايى ئۆتۆمبىلەكە لە ساتى گەىشتنەووى بە لۆرىەكە چەندە ؟

شىكار :

خىرايى لۆرىەكە لە km/h دەگىزىن بى m/s .

$$36 \text{ km/h} = \frac{36 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{\text{km}}}{1 \text{ h} \times \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}} = 10 \text{ m/s}$$

گريمان دواى تىپه پېوونى (t) چركه وه بېرىنى لادانى x ئۆتۆمبىله كه ده گاته وه لۆريه كه .

به گويړه ي ئۆتۆمبىله كه :

$$\begin{aligned} v_i &= 0, a = 2 \text{ m/s}^2 \\ x &= v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \\ x &= t^2 \dots\dots\dots 1 \end{aligned}$$

به گويړه ي لۆريه كه ، به خيړايى نه گور ده پوات:

$$\begin{aligned} x &= \bar{v} t \\ x &= 10t \dots\dots\dots 2 \\ 10t &= t^2 \\ t^2 - 10t &= 0 \\ t(t-10) &= 0 \\ t &= 0 \quad \text{فهراموش ده كړيت} \end{aligned}$$

$$t-10=0 \Rightarrow t=10s \quad \text{يان}$$

به دانانى $10s$ له جياتى t له هاوكيشه ي (1)

$$\begin{aligned} x &= 10^2 = 100 \text{ m} \\ v_i &= 0, a = 2 \text{ m/s}^2, t = 10 \text{ s} \quad \text{به گويړه ي ئۆتۆمبىله كه} \\ v_f &= v_i + at \\ v_f &= 0 + 2 \times 10 = 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

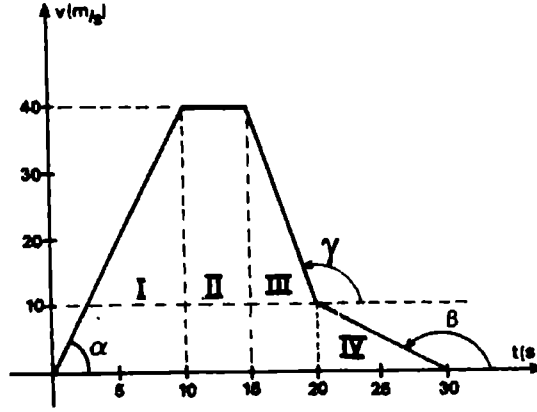
نمونه :

له وينه (3-12) گرافي خيړايى به رامبه ركات بۆ ته نيكي جولواو پيشانده دات

له وزانياريانه ي له وينه كه دا هه ن، نه مانه بدۆزه وه :

(a) تاودانى ته نه كه له ماوه ي ($10s$) ي يه كه م وه له ماوه ي ($10s$) ي كوتايى . (b) تيكرپايى تاوودان چهنده له ماوه ي نيوان ده يه م چركه و پازده م چركه . (c) تيكرپايى تاودان له ماوه ي نيوان $t=15s$ بۆ $t=20s$ چهنده .

d) تیکرایی تاودان له ماوهی نێوان $t=20s$ بۆ $t=30s$ چهنده. e) گرافی تاودان بهرامبەر کات وینه بکه. f وهسفی گهشتهکی ئەم تهنه بکه.



وینه (3-12) گرافی خێزایی بهرامبەر کات

شیکار:

دهزانين کاتيک گرافي خێزایی بهرامبەر کات بۆ ماوهیهکی کاتی به شیوهی هێلێکی راست دهیئت، ئەوا تاودان جێگیر دهیئت بۆ ئەو ماوه کاتییه. وه دهزانين که تاودانی جێگیر دهکاته لاری هێلهکه.

a) له ماوهی نێوان $t = 0$ بۆ $t = 10s$ ، تاودان دهکاته

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \tan \alpha = \frac{40 - 0}{10 - 0} = 4 \text{ m/s}^2$$

b) له ماوهی نێوان $t = 10s$ بۆ ماوهی $t = 15s$ ، تاودان دهکاته

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0}{15 - 10} = 0$$

مانای ئەوهیه لهو ماوهیهدا $10s$ بۆ $15s$ تاودان سفرهوتنهکه به خێزایی نهگۆڕ $40m/s$

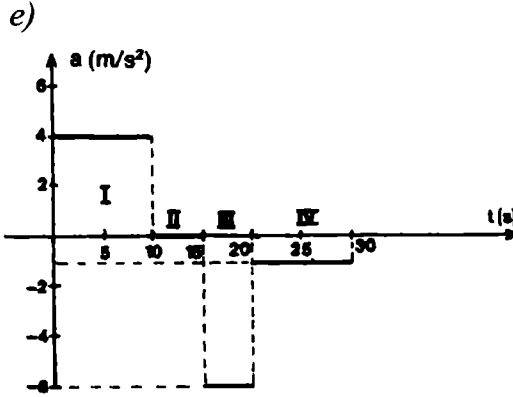
دهجوولێت.

c) له ماوهی نێوان $t = 15s$ بۆ $t = 20s$ ، تاودانه دهکاته:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \tan \gamma = \frac{10 - 40}{20 - 15} = -6 \text{ m/s}^2$$

d) له ماوهی نێوان $t = 20s$ بۆ $t = 30s$ ، تاودان دهکاته:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \tan \beta = \frac{0 - 10}{30 - 20} = -1 \text{ m/s}^2$$



وېننه (3-16) گرافي تاودان به رامېدركات

ته نه که له وهستانه وه ده ست به جووله ده کات به تاودانی 4 m/s^2 نه مه له ماوه ی 10 چرکه ی به که مدا رووده دات، تا خیراییه که ی ده گاته 40 m/s . ئینجا به م خیراییه نه گوره بۆ ماوه ی نیوان $t = 10 \text{ s}$ بۆ $t = 15 \text{ s}$ ده جولیت. پاش نه مه به هیواشبوونه وه ی 6 m/s^2 بۆ ماوه ی نیوان $t = 15 \text{ s}$ تا $t = 20 \text{ s}$ خیراییه که ی له 40 m/s بۆ 10 m/s که م ده بیته وه، له کوتایی، له ماوه ی نیوان $t = 20 \text{ s}$ تا $t = 30 \text{ s}$ خیراییه که ی به هیواشبوونه وه ی 1 m/s^2 له 10 m/s بۆ سفر که م ده بیته وه.

نمونه:

ئۆتومبیلک له ریگایه کی ئاسویدا به خیرایی 72 km/h ده پویش، شوفیره که ی بریککی ئۆتومبیلکه ی به کارهینا. له نه جامدا خیرایی ئۆتومبیلکه به هیواشبوونه وه یه کی ریک که م بۆوه. تاکو دوا ی برینی لادانی 50 m وه ستا. a) کاتی خاینراو تا ده وه ستی، چه نده ؟ b) بری هیواشبوونه وه ی ئۆتومبیلکه چه نده ؟

شیکار:

$$72 \text{ km/h} = \frac{72 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{\text{km}}}{1 \text{ h} \times \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}} = 20 \text{ m/s}$$

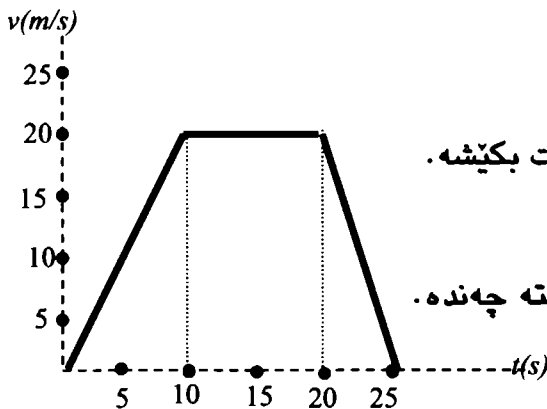
a) $v_i = 20 \text{ m/s}$, $v_f = 0$ $x = ?$
 $x = \bar{v}t$
 $x = \frac{v_i + v_t}{2} \times t$
 $50 = \left(\frac{20 + 0}{2} \right) \times t$
 $t = 5 \text{ s}$

b) $v_f^2 = v_i^2 + 2ax$
 $0 = (20)^2 + 2 \times a \times 50$
 $a = -4 \text{ m/s}^2$

نشانه‌ی (a) سالیبه، چونکه خیرایی کم ده‌بیته‌وه.

نمونه:

ته‌نیک له وه‌ستانه‌وه به تاودانیکی ریک 2 m/s^2 ده‌ستی به جولان کرد
 وه بۆ ماوه‌ی 10 s . ئینجا بۆ ماوه‌ی (10 s) ی تر به خیرایی نه‌گۆر ده‌پوات، له
 کوتایی دا، خیراییه‌که‌ی کم ده‌کاته‌وه به‌هتواشبوونه‌وه‌ی 4 m/s^2 تا کو
 ده‌وه‌ستیت.



a) گرافی خیرایی به‌رامبه‌ر کات بکێشه.

b) لادانی گشتی چه‌نده.

c) تیکرایی خیرایی ئه‌م گه‌شته چه‌نده.

وینه (3-17)

شیکار:

a) له کۆتایی (10s) ی به کهمدا خیرایی ده دۆزینهوه.

$$v_f = v_i + at$$

$$v_f = 0 + 2 \times 10 = 20 \text{ m/s}$$

ئهمه خیرایی ته نه که به له کۆتایی (10s) چرکه ی به کهمدا. ئهم خیراییه ناگۆرپیت له ماوه ی (10s) چرکه ی دووه مدا. ئینجا خیراییه که کهم ده کات له (20m/s) بۆ 0 به هیواشبوونه وه (4m/s^2). ئیستاکه کاتی خاینراو بۆ قوناغی سییه م ده دۆزینهوه.

$$v_i = 20 \text{ m/s} \quad v_f = 0 \quad , \quad a = -4 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = v_i + at$$

$$0 = 20 + (-4)t$$

$$t = 5 \text{ sec.}$$

ئهم زانیاریانه به پیتی خیرایی به رامبه ر کات له گرافی وینه (17-3) دانراون.

b) لادانی بپراو له قوناغی به کهمدا له نیوان $t=0$ بۆ $t=10\text{s}$ ده دۆزینهوه

$$v_i = 0 \quad , \quad a = 2 \text{ m/s}^2 \quad , \quad t = 10 \text{ s}$$

$$x_l = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2 = 100 \text{ m}$$

لادانی بپراو له قوناغی دووه م ده دۆزینهوه ته نه که له نیوان $t = 10\text{s}$ بۆ

$t = 20 \text{ s}$ به خیرایی نه گۆر 20 m/s ده پرات.

$$\bar{v} = \frac{x_2}{\Delta t}$$

$$\therefore x_2 = \bar{v} \times \Delta t$$

$$= 20 \times 10 = 200 \text{ m}$$

لادانی بپراو له قوناغی سییه م ده دۆزینهوه، له نیوان $t = 20 \text{ s}$ بۆ $t = 25 \text{ s}$:

$$v_i = 20 \text{ m/s} \quad , \quad v_f = 0 \quad a = -4 \text{ m/s}^2 \quad , \quad t = 5 \text{ s} \quad x_3 = ?$$

$$x_3 = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 20 \times 5 + \frac{1}{2} \times (-4) \times (5)^2 = 50 \text{ m}$$

لادانی گشتی بپاؤ

$$\begin{aligned}x_{\text{گشتی}} &= x_1 + x_2 + x_3 \\&= 100 + 200 + 50 = 350 \text{ m}\end{aligned}$$

تیکرایی خیرایی

$$\begin{aligned}\bar{v} &= \frac{x_{\text{گشتی}}}{t_{\text{گشتی}}} \\&= \frac{350}{25} = 14 \text{ m/s}\end{aligned}$$

رینگایه کی تر: روبه‌ری ژیر گرافی v - به رامبه t - ده کاته گشت لادانی

بپاؤ.

$$\begin{aligned}(A) \quad &= \frac{1}{2} \times 10 \times 20 + 10 \times 20 + \frac{1}{2} \times 5 \times 20 \\&= 350 \text{ m} \\ \bar{v} &= \frac{x}{\Delta t} = \frac{350}{25} = 14 \text{ m/s}\end{aligned}$$

نمونه :

تو ده ته ویت نه اندازه بو فروکه خانه یه کی فروکه ی بچوک دابنیت نه م
فروکه ده بیت خیراییان به لایه نی که مه وه بگاته 30 m/h پیش نه وه ی بتوان
ده ربازین. نه گه ر تاودانی نه م فروکه ده 2 m/s^2 بیت وه دریزی پیره وی فرین
 150 m بیت. a) ئایا نه م فروکه ده ده توان بگه ن به و خیراییه گونجاوه ی
پیویسته بو ده ربازبون. b) نه گه ر نا، ئایا که مترین دریزی ریره وی فرین
ده بیت چه ند بیت؟

شیکار:

لیره دا دریزی پیره وی فرین به 150 m پیشنیارکراوه، تاودان (2 m/s^2) یه
خیرایی کوتایی ده دوزینه وه تا کو بزاین ئایا ده کاته 30 m/s ؟

$a-$

$$\begin{aligned}v_f^2 &= v_i^2 + 2ax \\v_f^2 &= 0 + 2 \times 2 \times 150\end{aligned}$$

$$v_f = \sqrt{600} = 24.5 \text{ m/s}$$

كه واته ئەم رێره وه فرینه ناگونجیٲ.

b- ئیستاكه درێژی رێره وی گونجاو (x) ده دۆزینه وه كه :

$$v_f = 30 \text{ m/s}, a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ax$$

$$30^2 = 0 + 2 \times 2 \times x$$

$$x = 225 \text{ m}$$

ده بیٲ رێره وی فرین 225m درێژ بیٲ.

نموونه :

کیژیک، ترومبیلێک به خێرای 60 km/h لێده خوړیٲ. بریاریدا كه بریک (brake) به کار بهینیٲ بۆ ئەوهی خۆی له بهریهستیکی بهردهمی نه دات. ئەگەر کاتی کاردانه وهی جیبه جیکردنی بریاره که ی (ماوهی نیوان بریاردان و جیبه جیکردنی راسته قینه ی به کاره یـنان بریک) بکاته 0.6 s وه ئەگەر هتواشبوونه وهی ترومبیله که (-5 m/s^2) بیٲ، ئەو لادانه گشتیه ی ترومبیله که ده یبرپٲ تا ده وهستیٲ چهنده ؟

شیکار :

شیکارکردنی ئەم پرسیاره ده کریٲه دوو بهش، یه که میان له ماوهی کاردانه وه دا، ترومبیله که 0.6 s به خێرای نه گۆر ده پوات ئینجا دوا ی به کاره یـنانی بریکه که، به هتواشبوونه وهی -5 m/s^2 ده جوولیت تا ده وهستیٲ.

$$60 \text{ km/h} = 16.6 \text{ m/s} = 17 \text{ m/s}$$

$$1) \quad \bar{x} = \bar{v} \times t$$

$$= 17 \times 0.6 = 10.2 \text{ m}$$

$$2) \quad v_f^2 = v_i^2 + 2ax$$

$$0 = (17)^2 + 2(-5)x$$

$$x = 28.9 \text{ m}$$

که واته بری لادان تا دهو سستی ده کاته:

$$x_{\text{مخبر}} = 10.2 + 28.9 = 39.1 \text{ m}$$

لیږه دا، لیڅوږ، لادانی 10.2 m ده بریت تا ده ست به جیبه جیکردنی
برپاره کی ده دات. ئینجا 28.9 m ده بریت له ماوه ی به کارهینانی
بریکه که. که واته ده بی دوریه کی سه لامه تی هه بیت له نیوان لیڅوږو
به ربه سستی پیشه وه ی. له م نمونه یه دا نزیکی (40m) ه. شتیکی سروشتیه که
ئه م دوریه ش به خیرایی ترؤمبیله که و به بارودوخی ریگا که له روی باران و
به فره وه بنده. که له م حاله تانه دا ماوه بؤ وه ستان زوړتر ده بیت.

نمونه: ترؤمبیلک به خیرایی 100 km/h ده پوات، گریمان ئه م ترؤمبیله بؤ
لادانی 1 m ده خشیت دوی رووداو یکی پیکه و تن. ئه و کاته حسیب بکه که
له م ماوه یه دا ده بیت هه گبه ی هه وای (air bag) ی ترؤمبیله که بکریته وه تا
شوفیره که بپاریزیت.

شیکار:

$$100 \text{ km/h} = 28 \text{ m/s}$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ax$$

$$0 = (28)^2 + 2(a) \times 1$$

$$a = -390 \text{ m/s}^2 \quad \text{هتواشیوونه وه:}$$

$$v_f = v_i + at$$

$$0 = 28 + (-390) \times t$$

$$t = 0.07 \text{ s}$$

له روی کرداره وه پیویسته، هه گبه که له م کاته 0.07 s به په له تر

بکریته وه.

(3-7) سەرپه‌ست كه‌وتنى تهنه‌كان Freely falling Bodies

ته‌نى سەرپه‌ست كه‌وتو، ئه‌وته‌نه‌يه له نزيك رووى زه‌وييه‌وه شاوليانه ده‌جوليت و ته‌نها هي‌زي كيشكردى (*gravity*) زه‌وى كارى تيده‌كات.

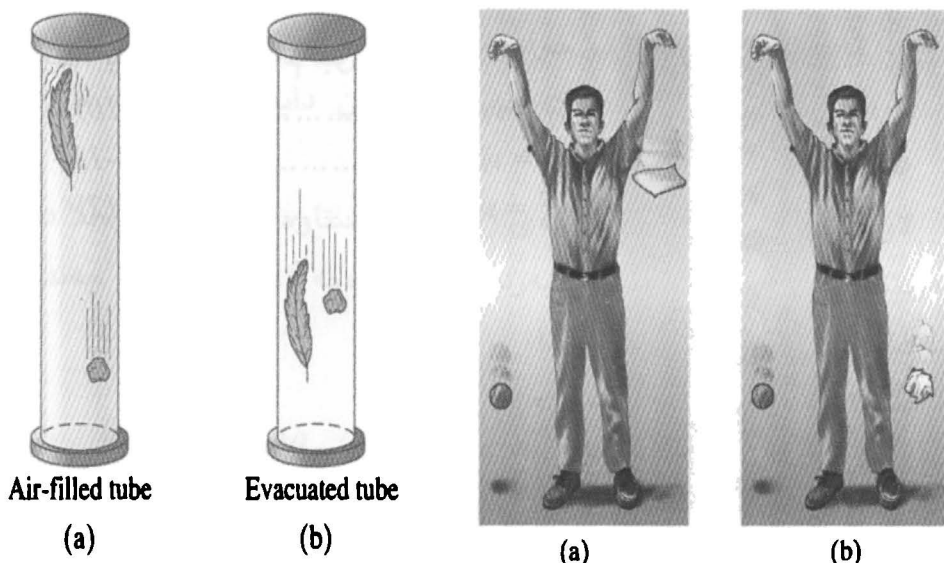
به فه‌راموشكردى به‌ره‌لستى مه‌وا، مه‌مووته‌نك، بچووك يان گه‌وره به‌هه‌مان تاودان ده‌كه‌ونه خواره‌وه، ئه‌م ياسايه‌ى كه‌وتنه خواره‌وه له‌گه‌ل بېروعه‌قلى كه‌سيكى ئاسايى ريك ناكه‌وي‌ت كه لاي وايه بى ئه‌وه‌ى به‌ كردار تاقىبكاته‌وه، ته‌نى قورس خيراتر له ته‌نى سووك ده‌كه‌وي‌ته خواره‌وه، ئه‌مه‌ش شتيكى سه‌يرنيه چونكه له‌ كونه‌وه، ئه‌رستو تاليسى فه‌يله‌سووف (384-322) پ.ن، خه‌لك و قوتابيه‌كانى في‌رده‌كرد كه ته‌نه قورسه‌كان خيراتر ده‌كه‌ونه خواره‌وه، له چاو ئه‌وانه‌ى سووكن.

جيهان نزيكى 2000 سالى ويست تا يه‌كك په‌يدا بو به‌ره‌لستى في‌ركردنه زانسته‌كانى ئه‌رستو تاليسى كرد. ئه‌وه‌بو له سالى 1590 گاليليو له ته‌نه سەرپه‌ست كه‌وتوو كه‌كانى كۆليه‌وه، به تاقىكرده‌وه بۆ خه‌لكى سه‌لماند كه هه‌موو ته‌نه بارسته جياجياكان به‌هه‌مان تاودان ده‌كه‌ونه خواره‌وه، ئه‌وه‌بو له‌به‌رده‌م ژماره‌يه‌ك له ئاماده‌بووان، دوو به‌رد يه‌كيان گه‌وره ئه‌ويتريان بچووك له لووتكه‌ى بورجى بى‌زاي لار له رۆما له هه‌مان ساتدا به‌ردايه‌وه، ئه‌م دوو به‌رده به ته‌نيشت يه‌كه‌وه كه‌وتنه خواره‌وه، له‌هه‌مان ساتدا به‌ر زه‌وى كه‌وتن. به‌مه‌ش زه‌نگى مردنى بېردۆزىكى كۆن و چه‌وتى لى‌داو چه‌رخي‌كى نوئى زانستى له‌دايكمبوو، ئه‌ويش سه‌لماندنى بېردۆزه زانستيه‌كان ده‌بيت به پشتگيرى تاقىكرده‌وه كردارييه‌كان بيت.

تەنە بەربۆۋەكان لە نزيك رووی زەویەو بە تاودانیك دەكەونە خوارەو
 پئی دەگوتری تاودانی زەوی (*acceleration due gravity*) پرەكەش دەكاتە
 9.8 m/s^2 .

ئەو راستیە كە ھەموو تەنەكان بە ھەمان تاودان دەكەونە خوارەو لە
 وینە (3-18) نمایشكراوە.

ئەگەر بەردیكى بچوك و پەپى بآئندەيەك لەناو لوولەكیكى شووشەیی
 ھەوا دەرئەكیشراو لەیەك كاتدا بەربدرینەو، ئەوا بەردەكە پیش پەرەكە
 دەكاتە بنی لوولەكە. ئەویش لەبەر ئەوێ، كە بەرھەلستی ھەوا بۆ پەرەكە
 زیاترە، بۆیە لە كەوتنە خوارەو دوا دەكەوێت. بەلام ئەگەر ھەواى لوولەكە
 دەرېكیشریت و تاقیكردنەو كە دووبارە بكریتەو دەبینین ھەردووكیان لە
 ھەمان كاتدا بە بنی لوولەكە دەگن.



وینە (3-18) بەردیك و پەرەمووچيك لە ھەمان ساتدا بەردراونەتەو. (a) ھەوا (b) ھەواى بۆشایی دا

$$t=0 \quad v_i=0$$

$$t=1s \quad v=9.8m/s$$

$$V=19.6m/s$$

$$V=29.4m/s$$

$$V_f=39.2m/s$$

وینہ (3-19a)

دیقت بدہ وینہ (3-19a)، کہ خیرایی لادانی ته نئیکی به سه ربه سستی به ربووه، له کوتایی هر چرکه یه ک پیشانده دات. ده بینیت، خیرایی ته نه که به بری 9.8 m/s زیاد ده کات له کوتایی هر چرکه یه کدا، وه نه و لادانه ی ده بریت له ماوه ی هر چرکه یه کدا زیاتره له نه وه ی له چرکه ی پیشتر ده بریت.

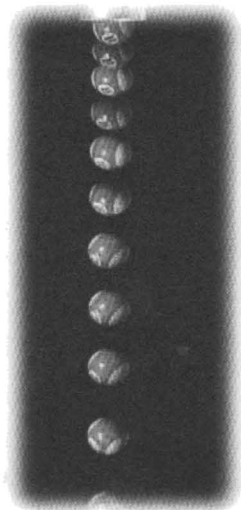
له بهر نه وه ی نه و ته نانه ی به شاولی و به سه ربه سستی ده که ونه خواره وه، به تاودانیکی ریک و له سه ر هیلکی راست ده جوولین، بویه هه مان یاساکانی جووله به تاودانی ریک له سه ریان ده گونجیت، بزانه که تاودانی نه م ته نانه جیگره و ده کاته 9.8 m/s^2 پیی ده گوتری تاودانی زهوی هیما ی (g) بو

داده نریت. یاساکانیش به م جوړه ده بن.

$$v_f = v_i + gt \dots \dots \dots (3-10)$$

$$y = v_i t + \frac{1}{2} gt^2 \dots \dots \dots (3-11)$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2gy \dots \dots \dots (3-12)$$



وینہ (3-19b)

وینہ گرتنی له دوا ی یه کی توپکی بلیارد به ربووه له وچانی یه کساندا. ده بینیت لادانی زورتر ده بریت له وچانه داوا ی یه کان.

تېيىنى: ئۇ تاقىكرىدەنەوانەى لە خالى جياجىاي سەر رووى زەوى كراون
بۇ پىوان تاودانى زەوى، پيشانى دەدەن كە تاودانى زەوى لە شوپىنكەوہ بۇ
شوپىنكى تر دەگورپىت. ھەرچەندە گورپانەكە زور كەمە. بە شپوہىەكى گشتى
بە ھاي g دەكەويته نيوان $9.7804m/s^2$ لە ھيلى يەكسانى ۋە $9.8321m/s^2$ لە
جەمسەرى باكور و باشووردا، لەم كتيپەدا بىرى $9.8m/s^2$ بۇ g
بەكار دەھيىن.

بۇ ئۇەوى بىركارىانە مامەلە لەگەل جوولەى تەنە كەوتوۋەكان بكەين،
شتىكى گونجاۋە لەكاتى بەكارھيىنانى ھاوكتشەكانى (3-10, 11, 12). خالى
ھاويشتن بە خالى بنەپەت (origin) دابنيىن، ۋە ئۇم رىككەوتنەنى دىن
لەسەر نيشانەكان رەچاۋ بكەين.

۱. لادان بەرەو سەر رووى خالى بنەپەت مووجەبە.

۲. لادان بەرەو خوارووى خالى بنەپەت ساليبە.

۳. خيىرايى بەرەو سەر مووجەبە.

۴. خيىرايى بەرەو خوار ساليبە.

۵. تاودان ھەميشە بەرەو خوارە، ساليبە.

تاودان g ھەموو دەم، تەنەكە سەر كەويىت يان دابەزىت، ساليبە.

نمونه:

لاويك لەسەر پردىك بەرزىيەكەى (60 m) ۋەستاۋە. بەردىك بەرەللا دەكات
بەريپتەوہ: a) بە چ خيىرايىەك بەردەكە بە ئاۋەكە دەكەويىت. b) چەند كات
دەخايەنىت لە ھاتنە خوارەوہيدا.

شىكار: بىرە زانراۋەكان ئەمانەن:

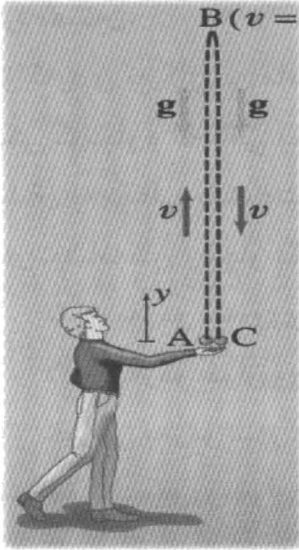
$$\begin{aligned} a) \quad & v_i = 0, \quad g = -9.8 \text{ m/s}^2, \quad y = ?, \quad v_f = ? \\ & v_f^2 = v_i^2 + 2gy \\ & v_f^2 = 0 + 2 \times (-9.8) \times (-60) \\ & v_f = \pm 34.3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ۋاتە بىرى خيىرايى بەرەكەوتن بە ئاۋەكە 34.3 m/s

$$\begin{aligned} b) \quad & v_f = v_i + gt \\ & -34.3 = 0 + (-9.8)t \\ & t = 3.9 \text{ s} \end{aligned}$$

(3-8) هاويشتن به شاولي به رهو سهر Projection vertically upward

کاتیک، تهنیک شاولیانه به رهو سهر ده هاویژریت، خیراییه که ی به ره به ره کم دهکات تا کو له به رزترین خالی ریږه وه که ی، خیراییه که ده بیت به سفر، ئینجا به رهو زهوی ده گه پته وه، له هاتنه خواردا خیراییه که ی به ره به ره زیاد دهکات، له و ساته ی ده گاته وه هه مان نه و خالهی لییه وه هاویژراوه،



بر ی خیراییه که ی به کسان ده بیت به بر ی نه و خیراییه ی پی هاویژراوه به لام به پیچه وانه ی ئاراسته. تاقیکردنه وه کان پیشانده دن، کاتی پیویست بۆ به رزیوونه وه ی تهنه که بۆ به رزترین خال یه کسانه به کاتی پیویست بۆ گه پانه وه ی بۆ زهوی. واته ماوه ی کاتی هه لبه زین یه کسانه به ماوه ی کاتی دابه زین.

وینه (3-20a)

ته نیک به شاولی به رهو سهر فری دهریت. له A بۆ به رزترین خال B و گه پانه وه ی بۆ C

گه شتی به رهو سهر به ته واهه تی وه ک گه شتی به رهو خوار وایه، به لام به ئاراسته ی پیچه وانه. له وینه (3-20 a-b) تهنیک به خیراییه که به رهو سهر هاویژراوه، خیراییه که ی به رهو سهر دوا ی هه ر چرکه یه که یه کسانه به خیراییه که ی له هه مان ئاستدا به ره و خواره.

نمونه:

ته نیک، به خیرایی 29.4m/s شاولیانه به رهو سهر هه لدر، نه مانه بدۆزه وه. (a) به رزترین به رزایی که ده یگاتی. (b) کاتی خاینراو تا ده گاته به رزترین خال. (c) کاتی پیویست له ساتی هه لدانیه وه تا گه پانه وه ی بۆ زهوی. (کاتی

فرین). (d) خیرایه که ی دواى 2 s له پاش هه لډانیه وه. (e) خیرایه که ی دواى 4 s له پاش هه لډانیه وه. (f) خیرایى به زهوى که وتنى. شیکار:

(a) زانیاریه کان:

$$v_i = 29.4, g = -9.8 \text{ m/s}^2, y = ?, v_f = 0$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2gy$$

$$0 = +(29.4)^2 + 2(-9.8)y$$

$$y = 44.1 \text{ m}$$

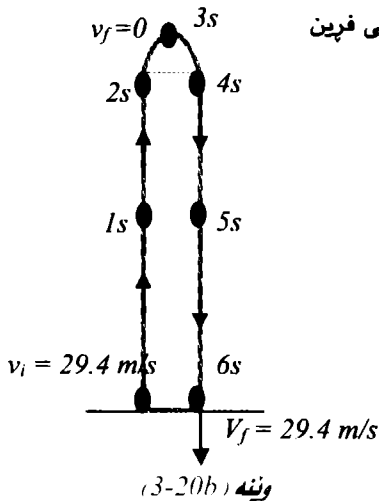
(b) زانیاریه کان: $v_i = 29.4, g = -9.8 \text{ m/s}^2, t = ?, v_f = 0$

$$v_f = v_i + gt$$

$$0 = (+29.4) + (-9.8)t$$

$$t = 3 \text{ s}$$

(c) کاتى پتویست بۆ به رزبونه وه یه کسانه به کاتى که پرانه وه.



$$\text{کاتى فین} = 2 \times 3 = 6 \text{ s}$$

(d) $v_i = 29.4 \text{ m/s}, t = 2 \text{ s}, v_f = ?$

$$v_f = v_i + gt$$

$$v_f = (+29.4) + (-9.8) \times 2$$

$$= 9.8 \text{ m/s}$$

(e) $v_i = 29.4 \text{ m/s}, t = 4 \text{ s}, v_f = ?$

$$v_f = v_i + gt$$

$$v_f = (+29.4) + (-9.8) \times 4$$

$$v_f = -9.8 \text{ m/s}$$

(f) $v_i = 29.4 \text{ m/s}, t = 6 \text{ s}, v_f = ?$

$$v_f = v_i + gt$$

$$= (+29.4) + (-9.8) \times 6$$

$$= -29.4 \text{ m/s}$$

که واته خیرایى به زهوى که وتنى هه مان خیرایى هه لډانه به لام به ئاراسته ی

به ره و خوار.

تیبنی:

(c) شیکار کردنى لقی به ریگایه کی تر:

$$y = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = (+29.4) \times t + \frac{1}{2} (-9.8) \times t^2$$

$$0 = 29.4 t - 4.9 t^2$$

$$0 = 4.9 t (6-t)$$

$$4.9 t = 0 \Rightarrow t = 0 \quad \text{يان}$$

$$6 - t = 0 \Rightarrow t = 6s \quad \text{يان}$$

(f) شیکار کردنی لقی به ریگایه کی تر

$$v_f^2 = v_i^2 + 2gy$$

$$v_f^2 = (+29.4)^2 + 2(-9.8) \times 0$$

$$v_f = \pm 29.4 \text{ m/s}$$

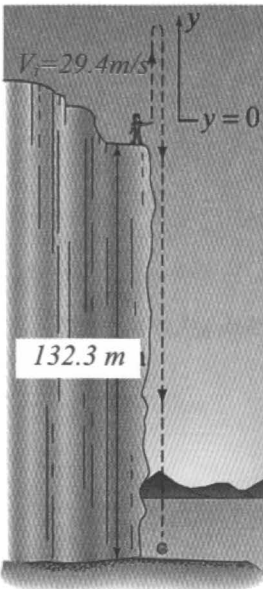
∴ خیرایی به رزه وی که و تن ده کاته -29.4 m/s به ره و خوار.

نمونه :

پیاویک له سهر که نده لانیکه وه، به رزییه که ی 132.3 m به ردیکی به شاولی 29.4 m/s به ره و سهر فری دا، ثایا چند کات ده خاینیت تا به بنی که نده لانه که ده که ویت.

شیکار:

ئه و شوینه ی پیاوه که ی لی وه ستاوه به خالی بنه پرت داده نین، له مه وه :



$$v_i = +29.4, g = -9.8 \text{ m/s}^2, y = -132.3 \text{ m}$$

$$y = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$-132.3 = +(29.4)t + \frac{1}{2}(-9.8)t^2$$

$$-132.3 = 29.4t - 4.9t^2 \quad \text{به دابهش کردنی به سهر (4.9)}$$

$$-27 = 6t - t^2$$

$$t^2 - 6t - 27 = 0$$

$$(t-9)(t+3) = 0$$

$$t = 9s \quad \text{يان}$$

$$t = -3 \quad \text{يان}$$

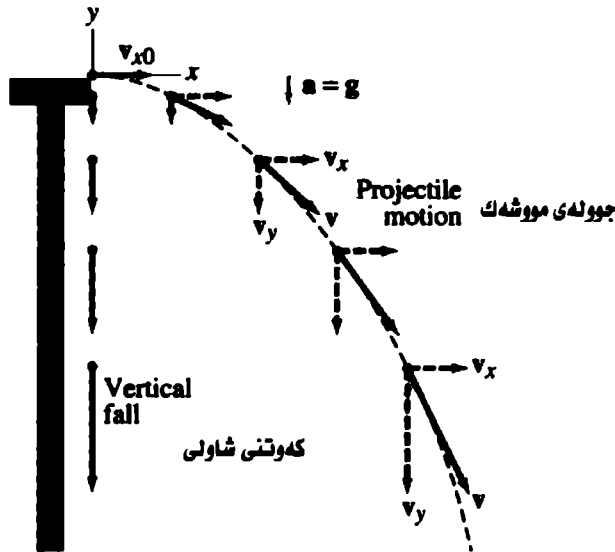
فه راموش ده کریت

(3-9) مووشه كه كان: Projectiles

پيشتر، له بهندي (3-7) و (3-8)، باسي ئه وه مانگرد كه چۆن ئه و ته نانه ي به ره و سه ر ده هاويزرين يان له به رزاييه كه وه به ره و خوار به په لاده كرين، له سه ر ريږه ويكي شاولي و به تاوداني زهوي ده جولين و ياساكاني جووله به تاوداني ريك له سهريان به كار ده هيترين.

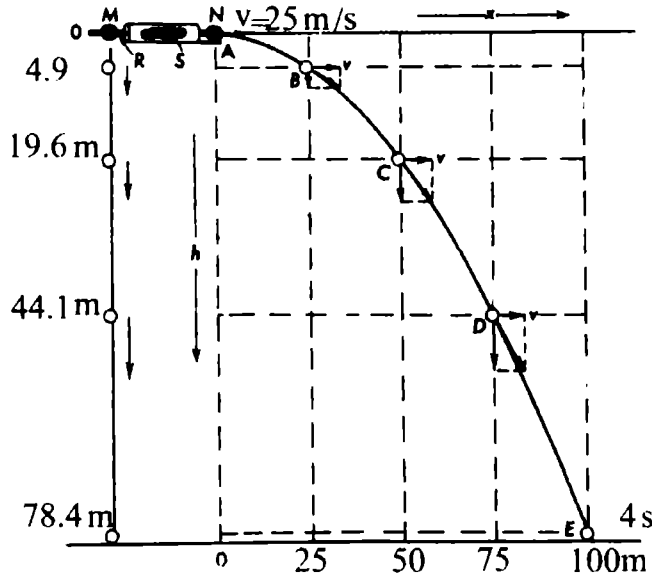
ئه گه ر ته نيك، هاويزرا، گوشه يه ك كه متر له 90° دروست بكات له گه ل ئاسۆ، ئه و ئه م ته نه، به فه رامۆش كردني به رگري هه و، ريږه ويكي پارابولا (بپگه ي هاوتا) وه رده گريت، له م به بنده دا، جووله ي ئه م جوړه ته نانه كه ريږه وي پارابولا وه رده گرن شي ده كه ينه وه.

1) ئه و ته نانه ي به ئاسوي ده هاويزرين.



وينه (3-21a)

ته نيك له وه ستانه وه به رده راوه ته وه، يه كي تر ئاسوي يانه هاويزرا وه، له هه مان ساتدا به رزموي ده كه ون.



وینہ (3-21b)

وینہ ی دوو گۆ له وچانی یه کساندا یه کیکیان له راوستانه وه بهرده دریته وه نه ویدیان به ناسوی ده هاویژریت. شونی شاونی هه رییه کیان وه ک یه که.

ئه گه رته نیک له وه ستانه وه بهرله لاکریت له بهرزییه که وه بکه ویته خواره وه، وه له هه مان کاتدا، ته نیکی تر له هه مان بهرزییه وه ئاسوییه به هاویژریت، ئه وه هه ردوکیان له هه مان ساتدا به یه که وه به زه وی ده گن. ئه م راستیه ده توانین به سه لمینین به ئه و تاقیکردنه وه ی له وینه (3-21a, b) پیشاندراره.

دوو هه لماتی (که لا) چۆنیه ک، M ، به ره للا ده کریت شاولیانه به ربیته وه، وه له هه مان ساتدا N ئاسوییه به خیرایی v ده هاویژریت، هه لماتی M به شاولی و به تاودانی زه وی g بهرده بیته وه، به لام هه لماتی (N) رپه ویکی دریژتر $ABCDE$ وهرده گریت، هه ردوکیان له هه مان ساتدا به زه وی ده که ون. ئه و ماوه کاتیه ی هه لماتی M ده یخاینیت تا به زه وی ده که ویت، هه مان ئه و ماوه کاتیه یه که هه لماتی (N)، ده یخاینیت تا ده گاته زه وی، له مه وه

دیاردەكەوێت كە تاودانی هەڵماتی (N) ، هەروەها تاودانی هەر مووشەكێك بە هەر ئاراستەیهك بەهاوێژرێت هەمان تاودانی ئەو تەنەیه كە بە شاولی بەردەبێتەوه، ئەویش تاودانی زەویه g ، وه ئەو خێراییه ئاسۆییە تەنەكەى پێ دەهاوێژرێت بەدریژایی رێپەوهكەى لەماوەى فڕینیدا ناگۆرێت. بە گوفتیکی تر، تەنى بەلاری هاوێژراو دوو جوړه جوولهی دەبێت.

(۱) خێراییهکی ئاسۆیی جیگیر. (۲) تاودانیکی شاولی بەرەو خوار g .

خێرای شاولی هەڵماتی N دواى ماوهیهکی کاتی دیاریکراو یەكسانە بە خێرای هەڵماتی M دواى هەمان ماوهی کاتی، واتە خێرای کۆتایی هەڵماتی M دواى هەر ماوهیهکی کاتی، یەكسان دەبێت بە خێرای شاولی کۆتایی هەڵماتی N دواى هەمان ماوهی کاتی.

تەنى بە ئاسۆیی هاوێژراو دەكەوێتە ژێر کاریگەری كێشکردنی زەوی، پێکنەری شاولی خێرای تەنەكە لەو ساتەى لە ئامێری هاویشتن جیادەبێتەوه سفره. ئەم پێکنەرە بە تاودانی g زیاددەكات، بەلام خێرای ئاسۆییەكە بە درێژایی جوولهكەى ناگۆرێت.

ئەم یاسایە بەکاردهێنین بۆ حسێبکردنی ئەو کاتەى تەنە بە ئاسۆیی هاوێژراوهكە دەبخاینین تا بەر زەوی دەكەوێت.

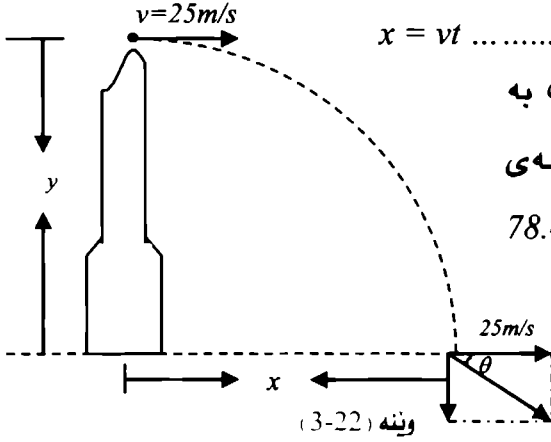
$$y = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

بەلام هەروەك گوتمان پێکنەری شاولی خێرای سەرەتایی سفره. بۆیه

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots (3-13)$$

ئەگەر ئۇ خىرايىيە ئاسۆيىيە تەنەكە پىي دە ھاۋىژىت (۷) بىت. ئۇ ۋا ئۇ

لادانە ئاسۆيىيە دە يىرپىت بەم ھاۋكىشەيە دەستەكە ۋىت:



$$x = vt \dots\dots\dots (3-14)$$

نمونه: لە ۋىتە (3-22) تەنىك، بە

خىرايى ئاسۆيى 25m/s لە لوتكەي

منارەيەكە ۋە بەرزايىيەكەي 78.4m

ھاۋىژا.

ئەمانە بدۆزە ۋە.

۱-ئە ۋا كاتەي دەيخاينىت تا بە زەۋى دەگات. ۲- لە چ دورىەك لە بنكەي

منارەكە ۋە بەر زەۋى دەكە ۋىت. ۳- بە چ خىرايىيەك بەر زەۋى دەكە ۋىت.

شىكار:

1-دابى تەنىكى تر، لە ھەمان بەرزايىيە ۋە لە ۋەستانە ۋە بەرەللادەكرىت

تاكو بە شاولى بكە ۋىتە ۋە خوارە ۋە. ئە ۋا كاتەي ئەم تەنە دەيخاينىت،

ھەمان ئە ۋا كاتەيە تەنە بە ئاسۆيى ھاۋىژاۋەكە دەيخاينىت تا بە زەۋى

دەگات.

كەۋاتە: $v_i = 0$, $g = -9.8 \text{ m/s}^2$, $y = -78.4 \text{ m}$, $t = ?$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$-78.4 = \frac{1}{2} \times (-9.8) \times t^2$$

$$t = 4s$$

2-لە بەر ئەۋەي خىرايى ئاسۆيى جىگىرە لە ماۋەي فرىندا. كەۋاتە:

$$v = 25 \text{ m/s} , t = 4s , x = ?$$

$$x = \bar{v} t$$

$$= 25 \times 4 = 100 \text{ m}$$

3- پيكنه رى شاولى خيڙايى تهنه هاويژراوه كه ده دوزينه وه له و ساته ي بهر زهوى ده كه ويئت.

$$v_f = v_i + gt$$

$$v_f = 0 + (-9.8) \times 4 = -39.2 \text{ m/s}$$

تهنه كه له ساتي بهر كه وتني به زهوى دوو خيڙايى هه يه، خيڙايى ئاسويى 25 m/s وه خيڙايى شاولى 39.2 m/s به ره و خوار. بهرته نجامي ئه و دوو خيڙاييه ده بيته خيڙايى تهنه كه. له ساتي بهر كه وتني به زهوى.

$$v = \sqrt{v_y^2 + v_x^2}$$

$$v = \sqrt{(39.2)^2 + (25)^2} = 46.5 \text{ m/s}$$

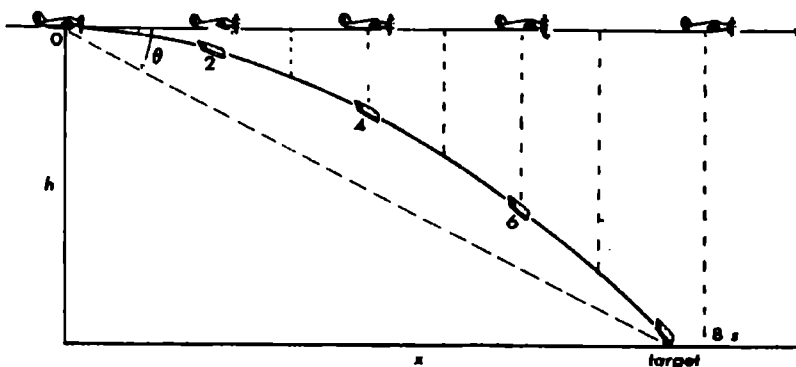
$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

$$\tan \theta = \frac{39.2}{25} = 1.568 \Rightarrow \theta = 57^\circ$$

نموونه :

فرۆكه يه كه له بهر زايى 490 m ، ئاسويانه به خيڙايى 200 m/s ده فريئت، ده يه ويئت هه گبه يه كي كه لوبه لى فرياكه وتن به ليقه و ماوانى لافاويك بگه ينيئت، ئايا پيويسته له چ دوريه كي ئاسويى له ليقه ماوه كانه وه فرۆكه وانه كه هه گبه كه بهر يداتوه تا كه لوبه له كه به ده ستيان بگات؟

شيكار: ئه و كاته ده دوزينه وه كه هه گبه كه ده يه ويئت تا ده گات به زهوى.



وينه (3-22) بۆ ماوه ي 10S هه گبه كه راسته وخو هه موو دم له ژيرموى فرۆكه كه دا ده بيت.

$$v_i = 0, y = -490 \text{ m}, g = -9.8 \text{ m/s}^2$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$-490 = \frac{1}{2} \times (-9.8) \times t^2 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

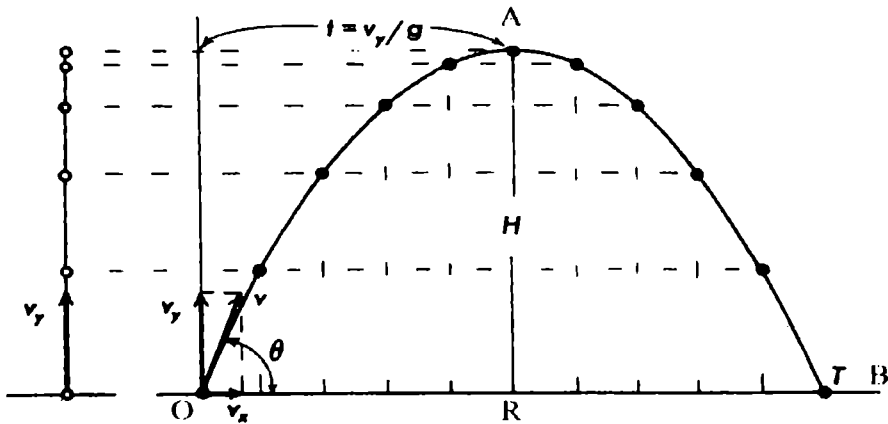
لەوساتەى ھەگبەكە لە فرۆكەكە جیادەبیتهوه، ھەمان خیراییە ئاسۆییەكەى فرۆكەكە 200 m/s وەردەگریت، لەسەر ئەم خیراییە ئاسۆییە بۆ ماوەى 10 s بەردەوام دەبیئت.

$$x = \bar{v} t$$

$$x = 200 \times 10 = 2000 \text{ m}$$

كەواتە پێویستە لە دورى 2000 m لە لێقەوماوەكانەوه فرۆكەكە، ھەگبەكە بەرەللا بكات.

2- ئەو تەنانەى بە گۆشەىەك دەھاوئێژین.



وینە (3-23).

جوولەئەى مووشەكێك، بە خیرایی α ھاوئێژاوه بە گۆشەى θ ئەگەل ئاسۆ، تیایدا پێشاندراو H زۆرترین بەرزایی، T كاتی فرین، R مەودای ئاسۆیی.

گریمان، مووشەكێك ھاوئێژا بە گۆشەى θ بە گوێرەى ئاسۆ. وە بە خیرایی v ئەوا ئەم مووشەكە بەفەرمانۆش كردنى بەرھەڵستى ھەوا، بە رێپەرۆیکى شیۆه پاپابۆلا (بەرگەى ھاوتا) دادەپوات.

وهك ريسايهك، دوو هوځاى زانراو هه ن په يوه نديان به جووله ي
 موشه كه وه هه يه، نه وانه ش، يه كه ميان خيراى موشه كه كه يه له ساتي
 هاويشتن (v). وه دوو ميان نه و گوښه يه كه ناپاسته ي هاويشتن دروستي
 دهكات له گه ل ناسو (θ). به لام نه و زانياريانه ي پيوسته ده ربهندين و
 حسيب بكرين نه وانه ن: (1) كاتي فريني موشه كه كه (T). (2) زورترين
 به رزايي موشه كه كه ده يگاتى (H). (3) نه و مه ودا ناسوييه ي موشه كه كه
 ده يپرئ (R). مه به ست له مه وداى ناسويي نه و هه يه، برى نه و لادانه ناسوييه
 براوه يه، تا موشه كه كه ده گاته وه هه مان نه و ناسته ي لييه وه هاويژراوه.
 نيزاميكي پووتان (coordinate) له روته ختي x, y دروست ده كه ين خاله
 بنه پره تيه كه ي (0) له و شوينه دابيت كه موشه كه كه لييه وه ده هاويژرئ وينه
 (3-23).

خيراىيه سه ره تا ييه كه ي موشه كه كه (v) دوو پيكنه ري هه يه، پيكنه ري
 ناسويي (v_x) پيكنه ري شاولي. وينه (3-23)

$$v_x = v \cos \theta \dots\dots\dots (3-15)$$

$$v_y = v \sin \theta \dots\dots\dots (3-16)$$

خيراىي موشه كه كه له هه ر خاليكي ريره وه كه يدا، برتته له به رنه نجامي
 دوو خيراىي، پيكنه ري ناسويي v_x و پيكنه ري شاولي v_y. نه مه بزانه كه v_x له
 ماوه ي فريني موشه كه كه ناگورئ، چونكه هيچ هيزيكي ناسويي كاري تى
 ناكات. به لام (v_y) ده كه وپته ژير كاريگه ري كيشكردي زه وي. بويه بپه كه ي
 به ره به ره كه م ده بيت به تاوداني (-g). تا ده گاته گه وره ترين به رزايي
 له خالي (A) دا كه له م خاله دا v_y ده بيته سفر، ئينجا به ره و خوار
 ده گه رپته وه، v_y زياد دهكات تا ده گاته وه هه مان نه و ناسته ناسوييه ي
 لييه وه هاويژراوه. له خالي B دا خيراىي موشه كه كه يه كسان ده بيت به و

خیراییه‌ی که پتی هاویژراوه له خالی 0 دا، (B, 0 له هه‌مان ئاستی ئاسۆیی دان).

ئه‌و کاته‌ی مووشه‌که‌که ده‌یخاینیت له خالی هاویشته‌وه 0 تا ده‌گاته زۆرتین به‌رزایی له خالی (A)، یه‌کسانه به‌و کاته‌ی ده‌یخاینیت تا له به‌رزتین خالی رپه‌وه‌که‌ی A تا ده‌گه‌رپته‌وه بۆ خالی B.

ئاگاداره‌، ئه‌گه‌ر ته‌نیک‌ی دی له هه‌مان ئه‌و ئاسته ئاسۆییه‌وه که خالی 0 ی تیدا به‌خیرایی v_y به‌شاولی به‌اویژریت، ئه‌وه ئه‌م ته‌نه ده‌گاته هه‌مان به‌رزایی و هه‌مان کاتی فرین ده‌یخاینیت. وه‌ک به‌رزایی و کاتی فرینی مووشه‌که‌ی له خالی 0 وه به‌خیرایی v وه به‌گۆشه‌ی θ هاویژراوه، وینه (3-23).

که‌واته بۆ دۆزینه‌وه‌ی کاتی پتویست بۆ گه‌یشتن به زۆرتین به‌رزایی ئه‌م هاوکیشه به‌کارده‌هین.

$$v_f = v_i + gt$$

$$v_i = v_y, v_f = 0 \quad \text{به‌لام}$$

$$0 = v_y - gt \quad \text{به له جیاتی دانانی}$$

$$t = \frac{v_y}{g} \quad \text{(کاتی هه‌لبه‌زین)}$$

کاتی فرین T ده‌گاته دوو هه‌ندی کاتی هه‌لبه‌زین.

$$\therefore T = 2t$$

$$\therefore T = \frac{2v_y}{g}$$

$$\boxed{\text{کاتی فرین}} \quad T = \frac{2v \sin \theta}{g} \dots\dots\dots (3-15)$$

بۆ دۆزینه زۆرتین به‌رزایی (H) ئه‌م هاوکیشه به‌کارده‌هین.

$$v_f^2 = v_i^2 + 2g y$$

$$v_f = 0, v_i = v_y, y = H \quad \text{لیڤه‌دا}$$

$$0 = v_y^2 - 2gH$$

$$H = \frac{v_y^2}{2g}$$

$$\boxed{\text{زۆرتین به‌رنی}} \quad H = \frac{(v \sin \theta)^2}{2g} \dots\dots\dots (3-16)$$

له بهر نه وهی v_x ناگوږیت له ماوهی فرینی مووشه که که. نه و مه و دای
 ناسوی R ، به به کارهیتانی هاوکیشی خیرایی نه گور ده دوزینه وه.

$$\therefore x = \bar{v} t$$

$$x = R, \bar{v} = v_x \quad t = T \quad \text{لیره دا}$$

$$R = v_x T$$

$$\boxed{\text{مه و دای ناسوی}} \quad R = v \cos \theta \times T \dots\dots\dots (3-17)$$

به دانانی $\frac{2v \sin \theta}{g}$ ، له جیاتی T له هاوکیشی (3-17)

$$R = v \cos \theta \times \frac{2v \sin \theta}{g}$$

$$R = \frac{v^2 \times 2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

به لام له هاونه نجامی سی گوشه پیدا

$$2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2 \theta$$

$$\boxed{\text{مه و دای ناسوی}} \quad \therefore R = \frac{v^2}{g} \sin 2 \theta \dots\dots\dots (3-18)$$

له هاوکیشی (3-18)، ده بینن که R زورترین، نه و ده مهی $\sin 2 \theta$

گوره ترین بری ده بیت، له بهر نه وهی گوره ترین بری ساین ده بیت 1 نه و

کاتهی گوشه ی $\theta = 90^\circ$. که واته بو گوره ترین مه و دای ناسوی ده بیت.

$$\sin 2 \theta = 1$$

$$2 \theta = 90$$

$$\theta = 45$$

که واته مووشه ک گوره ترین مه و دای ناسوی ده بیت، له و باره ی

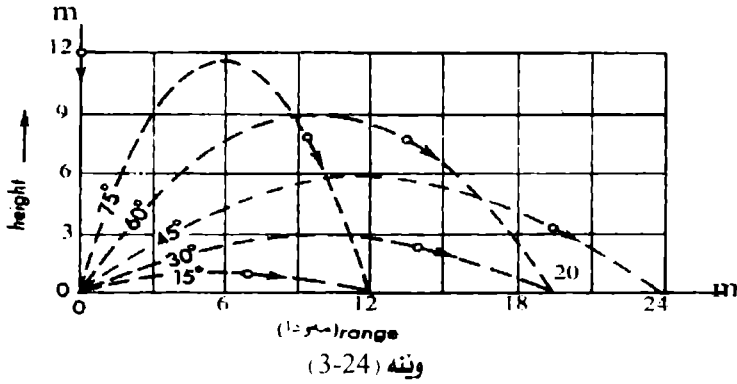
نارپاسته ی هاویشتنی مووشه که که 45° له گه ل ناسو دروست ده کات.

$$\boxed{\text{گوره ترین مه و دای ناسوی}} \quad \therefore R_{\text{گوره ترین}} = \frac{v^2}{g} \dots\dots\dots (3-19)$$

له مهش زیاتر، مه و دای، هر گوشه یه ک به هر ژماره یه ک زیاتر بیت له 45° ،

یه کسانه به مه و دای نه و گوشه یه ی به هه مان ژماره که متر له 45° . نه مهش له

وینه (3-24) روونکراوه ته وه.



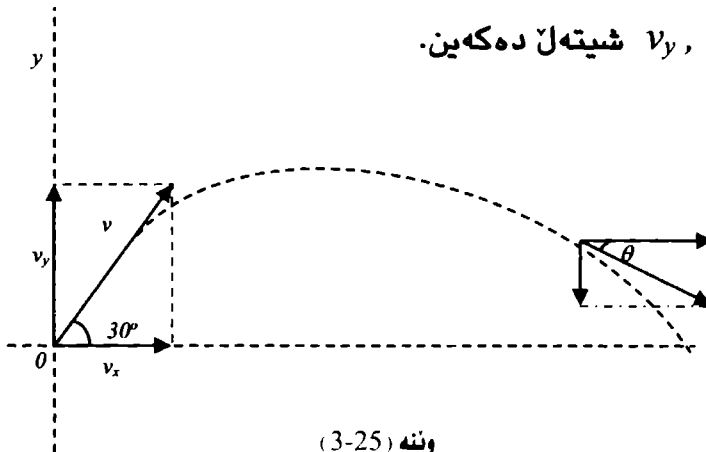
مەودای گۆشەى ھاویشتن 30° يەكسانە بە مەودای گۆشەى ھاویشتن 60° . بۇ ھەردووکیان مەودای ئاسۆی دەکاتە $(20m)$. کاتیک خیرایی ھاویشتن $15m/s$ بیت.

نمونه :

ئەگەر مووشەکیك بە خیرایی $78.4m/s$ و بە گۆشەى 30° لەگەڵ ئاسۆدا بەھاویشتریت، ئەمانە بدۆزەرەو. ۱. پیکنەری ئاسۆی و پیکنەری شاولی خیرایی ھاویشتنەکە. ۲. کاتی فرین. ۳. بەرزترین خال، مووشەکەکە دەیگاتی. ۴. مەودای ئاسۆی مووشەکەکە. ۵. بپی خیرایی مووشەکەکە و ئارپاستەکەى، پاش $6s$ لە ھاویشتنیەو.

شیکار: وینەى (3-25)

1) خیرایی مووشەکەکە لە ساتی ھاویشتنی $v=78.4m/s$ ئەم خیراییە بۆ دوو پیکنەر v_x, v_y شیتەل دەکەین.



$$\begin{aligned}
 v_{xi} &= v \cos \theta \\
 v_{xi} &= 78.4 \times \cos 30^\circ \\
 &= 78.4 \times 0.866 \\
 &= 67.9 \text{ m/s} \\
 v_{yi} &= v \sin \theta \\
 v_{yi} &= 78.4 \times \sin 30^\circ \\
 v_{yi} &= 78.4 \times 0.5 \\
 &= 39.2 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2- بۆ دۆزىنەۋەى كاتى گىشتى فرىن، يەكەم جار ئەو كاتە دەدۆزىنەۋە تا

موشەكەكە دەگاتە بەرزىنە بەرزىنە:

$$\begin{aligned}
 v_{yf} &= 0, v_{yi} = +39.2 \text{ m/s}, g = -9.8 \text{ m/s}^2, t = ? \\
 v_{yf} &= v_{yi} + gt \\
 0 &= +39.2 + (-9.8)t \\
 t &= 4 \text{ s} \quad \text{كاتى گەيتىش بە بەرزىنە خال.} \\
 T &= 2t \\
 T &= 2 \times 4 = 8 \text{ s} \quad \text{كاتى فرىن}
 \end{aligned}$$

3- بۆ دۆزىنەۋەى بەرزىنە بەرزىنە (H)، ئەم ياسايە بەكار دەھىتىن.

$$\begin{aligned}
 v_{yf} &= 0, v_{yi} = +39.2 \text{ m/s}, g = -9.8 \text{ m/s}^2, H = ? \\
 v_{yf}^2 &= v_{yi}^2 + 2gy \\
 0 &= (39.2)^2 + 2(-9.8) \times H \\
 H &= 78.4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4- بۆ دۆزىنەۋەى مەۋدەى ئاسۋىي:

$$\begin{aligned}
 R &= v_{xi} \times T \\
 &= 67.9 \times 8 = 543.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5- بۆ دۆزىنەۋەى خىرايى موشەكەكە پاش 6 s لە ھاۋىشتىنەۋە، ئىمە

دەتوانىن پىكەنەرى شاولى و ئاسۋىي خىرايى موشەكەكە پاش 6 s چىركە
 بدۆزىنەۋە، ئىنجا بە بىرۆدۆزى فىپاگورس بەرئەنجامى ئەم دوو پىكەنە
 دەدۆزىنەۋە، ئەمەش دەبىيە خىرايى داۋاكرائو.

1) پیکنہ ری شاولی خیرایی موشه که که پاش 6 s ، (V_{yf}) به به کارهینانی
 ئەم هاوکیشه بدۆزینه وه.

$$\begin{aligned}v_{yf} &= v_{yi} + gt \\v_{yf} &= +39.2 + (-9.8) \times 6 \\v_{yf} &= -19.6\text{ m/s} \quad (\text{ئاراسته ی به ره و خواره})\end{aligned}$$

2- پیکنہ ری ئاسۆیی خیرایی موشه که پاش 6 s ، (v_x) هه ده کاته وه
 پیکنہ ری ئاسۆیی، خیرایی سه ره تایی هاویشتنی موشه که که، چونکه v_x له
 ماوه ی فرینی موشه که که ناگۆریت.

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{v_{yf}^2 + v_{xf}^2} \\v &= \sqrt{(19.6)^2 + (67.9)^2} \\v &= 70.7\text{ m/s} \\ \tan \theta &= \frac{v_{yf}}{v_{xf}} = \frac{-19.6}{67.9} = -0.288 \\ \theta &= -16^\circ \quad \text{له ژیره وه ی ئاسۆ}\end{aligned}$$

ده توانین کاتی فرین به ئەم هاوکیشه بدۆزینه وه:

$$\begin{aligned}T &= \frac{2v \sin \theta}{g} \quad (2) \\T &= \frac{2 \times 78.4 \sin 30}{9.8} \\&= \frac{2 \times 78.4 \times 0.5}{9.8} = 8\text{ s}\end{aligned}$$

ده توانین، به رزی به رزترین خال به ئەم هاوکیشه بدۆزینه وه.

$$\begin{aligned}H &= \frac{(v \sin \theta)^2}{2g} \quad (3) \\H &= \frac{(78.4 \times \sin 30)^2}{2 \times 9.8} \\H &= 78.4\text{ m}\end{aligned}$$

ده توانین مه و دای ئاسۆیی به ئەم هاوکیشه بدۆزینه وه.

$$\begin{aligned}R &= \frac{v^2}{g} \sin 2\theta \\R &= \frac{(78.4)^2}{9.8} \sin 2 \times 30^\circ \\&= 90\end{aligned}$$

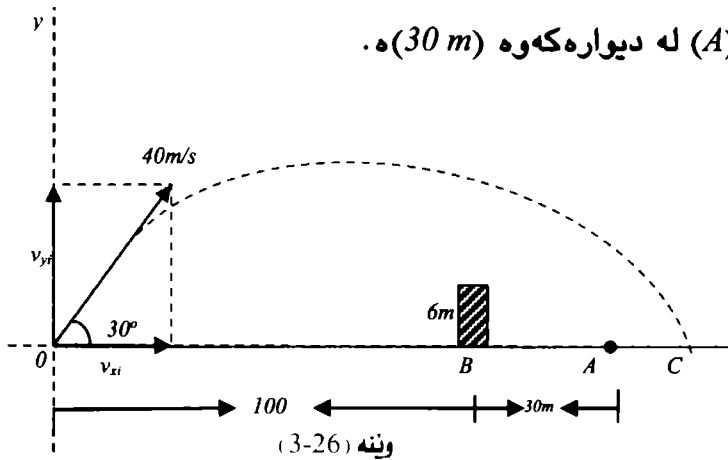
$$R = \frac{(78.4)^2}{9.8} \times \sin 60^\circ$$

$$R = 8 \times 78.4 \times 0.866$$

$$R = 543.2m$$

نمونه :

ياريزانىك له خالى 0 دا له سەر رووى زهوى شەقيك له تۆپىك دەدات، تۆپەكه به خىرايى 40 m/s وه به گۆشەى 30° له گەل زهوى دەردهچيىت به رهو ياريزانىكى دى له خالى (A)، كه له و ديوى ديواريك به رزييهكهى (6 m) ه وه ستاوه. دوورى ياريزانى . له ديوارهكهوه (100 m) ه، وه دوورى ياريزانى (A) له ديوارهكهوه (30 m) ه.



- ئايا: (1) له چ دووریهك له ياريزانى (A) تۆپهكه به زهوى دهكـهـويـت.
- (2) تۆپهكه چهـند له ديوارهكهوه به رزه له ساتى تىپه پيوونی به سەريدا.
- شيكار: ته ماشای وينه (3-26) بكه.

(1) v_{xi} , v_{yi} ده دۆزينه وه.

$$v_{xi} = v \cos \theta$$

$$= 40 \times \cos 30^\circ = 40 \times 0.86 = 34.4 \text{ m/s}$$

$$v_{yi} = v \sin \theta$$

$$= 40 \sin 30^\circ = 40 \times 0.5 = 20 \text{ m/s}$$

(2) کاتی فرین T ده دۆزينه وه.

$$H = v_{yi} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = 20 \times t + \frac{1}{2} (-9.8) t^2$$

$$0 = 20 \times t - 4.9 t^2$$

يان $t=0$ يان $t=4.1$

کهواته کاتی فېرین $T = 4.1 \text{ s}$

(3) مه وډای ناسوی ده دوزینه وه

$$R = v_{xi} \times T$$

$$= 34.4 \times 4.1 = 141 \text{ m}$$

کهواته تپه که له دوری $m = 141 - 130 = 11$ له پشته وه یاریزانی (A) ده که ویت.

(4) نه و کاته ده دوزینه وه که موشه که ده یخاینیت بؤ برینی $m = 100$ به ناسوی

$$t = \frac{x}{v_{xi}} = \frac{100}{34.4} = 2.9 \text{ s}$$

(5) به رزی شوری موشه که ده دوزینه وه له ساتی 2.9 s .

$$H = v_{yi} t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$= 20 \times 2.9 + \frac{1}{2} (-9.8) \times (2.9)^2$$

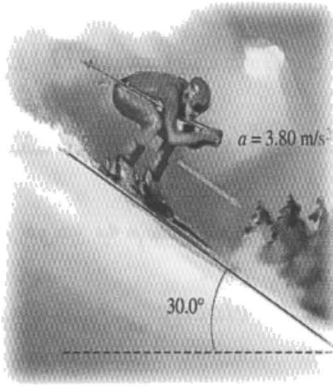
$$= 16.8 \text{ m}$$

کهواته تپه که به $m = 16.8 - 6 = 10.8$ له دیواره که وه به رزه.

(3-10) دوايين خیرایی Terminal Velocity

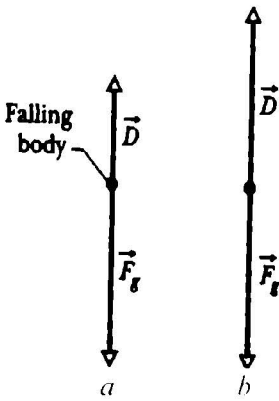
کاتیځ ته نیک به ناو شلگاژیک (شل یان گان) به خیراییه کی ریژهی ده جوولیت، به هوی هیزی لیځخشانندن له نیوان ته نه که و شلگاژه که، ته نه که تووشی هیزیکی به ره لستکار ده بیت به رگری له جوولهی ته نه که ده کات ناراسته که شی پیچه وانه ی ناراسته ی جوولهی ته نه که ده بیت، به هم هیزه به ره لستکاره ده گوتری هیزی ته که ره D ، Dragforce.

هينى ته گره زور ده بښت به زور بوونى خپرايى ته نه كه، به راسته وانه ده وسټته سر خپرايى v له خپراييه نزمه كاندا وه دوو جاي خپرايى v^2 له خپراييه به رزه كاندا. وه هره وه ده وسټته سر رووبه رى برپگى ته نه كه A .



وینه (3-27)

وهرده گرن بؤ كه مكردنه وهى رووبه رى برپگه A ، خلیسکینه ر بؤ بارى هیلکهی چپک ددات، تاكو تا هينى ته گره كه م بگه نه وه، وینه (3-27).



وینه (3-28)

نهم هينانه ي كار له ته نه به ربزووه كه ده كهن
(a) كه ميك دواى نه وهى هينى ته گره په پيدا
ده بښت (b) هينى ته گره گه وره بووه. تاكو واى
لښه اتووه هاوسه نگ بزووه له گه ل كيشى ته نه كه.
نښتاكه ته نه كه به دواين خپراييه جيگره كهى
ده كه وینه خوارم وه.

(مه به ست له رووبه رى برپگه، رووبه رى ته نه كه په كه ستونه له سر ئا پاس تهى خپراييه كه). چنه د A زور بښت هينى D زور ده بښت، بؤ په نه وانه ي له سر به فر له چپا كاندا به ره و خوار ده خلیسکښ. تاكو گه وره ترين خپراييان هه بښت شيوه ي هیلکهی

نه و ته نه ي به ناو هه وادا ده كه وینه خواره وه، دوو هينى كارى تښده كات، په كه ميان كيشى خوږه تى به ره و خوار F_g ، له نزيك رووى زهوى نهم هينزه جيگره. دوو ميان هينى ته گره په D به ره و سر. وینه (3-28) بهر نه نجامى نهم دوو هينزه،

به پيى ياساى دووهمى نيوتن، تاودانى ته نه به ربزووه كه ديارى ده كات.

$$D - F_g = ma$$

M بارستەى تەنەكە يە، لەم ھاوکیشەدا F_g جیگیرە، بەلام D بە v^2 بەندە، دەزانین خیرایی تەنە بەربۆوهکە بەرە بەرە زیاد دەکات لەئەنجامدا D بەرەبەر زۆر دەبیئت و تیکرایى تاودان (a) کەم دەبیئت. تا دەگاتە باریک تیايدا D ھاوسەنگ دەبیئت لەگەڵ F_g . لەم بارەدا $a = 0$ ئینجا خیرایی کەوتنەخوار چیتەر زیاد ناکات و تەنەکە بە خیراییەکی نەگۆر دەکەوێتە خوارەوه، بەم خیراییە کورتاییە نەگۆرەى تەنەکە پێى بەردەبیئتەوه دەگوتریئ

دوایین خیرایی *Terminal Velocity*.

دوایین خیرایی درۆپە باران نیووتیرەکەى 1.5mm بیئت دەگاتە 7.4m/s ئەم خیراییەش دواى چەند مەترىکی کەم لە بەربوونەویدا دیتە دى، هەر بەم خیراییەش لە کەوتنە خوارەوه بەردەوام دەبیئت تا بەر زەوى دەکەوێت. ئەگەر چینی ھەوا نەبوايە، ئەو درۆپەکانى باران بە خیراییەکی زۆر گەورە بەر زەوى دەکەوتن، نزیکی 153 m/s ، ئەم خیراییەش لە خیرایی گوللەى جۆرە تەنگىک نزیکە.

ئەوێ وەرزشى خۆھەلدان لە فڕۆکەوێ ئەنجام دەدات (سکای دايفەر *sky divers*)، کاتیك خۆى بلۆدەکاتەوێ دوایین خیرایی دەبیئتە 55m/s . کاتیك خۆى خردەکاتەوێ دوایین خیرایی دەبیئتە 90m/s . کاتیك پەرەشووت بەکار دەھێنى خیراییەکەى دەبیئتە 5m/s . وێنە (29-3)



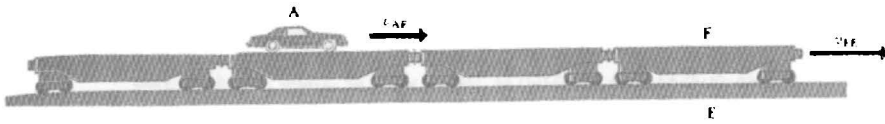
وننه (3-29)

سكاي دايڤه رەكان لەبارى خۇ بلاوكردنە وندا . بۇ زيادكردنى ھىزى تەگەرەى ھەوا .

(3-11) خىرايى رىژەيى Relative Velocity

بۇ دياركردنى شوين و خىرايى تەنيك دەبيت پشت به سيستمىكى تاييه تى
تەوهرەكان ببه ستين، كاتيک قەسە لەسەر خىرايى ئوتومبيلک دەكەين،
بيگومان مەبەستمان خىراييه كەيه تى به گویره زهوى. وه كه گۆيهك لەناو
پاسىكى رۆيشتوو دەهاويزين. ئەوا ئەو چاوديرهى (تەماشاوانهى) لەناو
پاسەكە دانىشتوو، جوولەى گۆيهكە جودا دەبينت لە چاوانەو چاوديرهى
لەسەر شوستەى شەقامەكە لە تەنيشت باسەكە وەستاوه. ليره دا دوو
چاودير لە جوولەى هەمان گۆ دەكۆلنەوه، دەبينن، خىرايى گۆيهكە به
گويرهى هەريەكيان وەكيەك نيه ئەمەش ئەوه دەگەيه يينت كه خىرايى
گۆيهكە به گويرهى پاسەكە لەگەل خىراييه كەى به گويرهى زهوى جودان.
لەم بەندەدا باسى خىرايى رىژەيى تەنيك دەكەين به گويرهى خىرايى
تەنيكى دى.

له وینه (3-30) دا، چەند گالیسکەیهکی فلاتی (پان) Flatcar شەمەندەفەرێک بەرەو لای راست لەسەر رێگایەکی ئاسۆیی دەپوات، دابنێ شوفیڕیکی چاوەتەرس ئۆتۆمبیلێک دەهاژوا بەرەو لای راست لە بانی گالیسکە فلاتەکان، له وینهکەدا، دابنێ V_{FE} خێرای گالیسکەکان (F) بە گوێرە زەوی (E) دەنوین، وە V_{AF} خێرای ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە زەوی گالیسکەکان (E) دەنوین، ئاشکرایە کە ئەو لادانە ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە زەوی دەیپرێت.



وینه (3-30)

ئاراستەداری V_{FE} خێرای گالیسکە فلاتەکە بە گوێرە زەوی وە V_{AF} ئاراستەداری ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە گالیسکە فلاتەکان.

دەکاتە کۆی ئاراستەیی ئەو لادانە ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە زەوی گالیسکەکان دەیپرێت و ئەو لادانە گالیسکەکان بە گوێرە زەوی دەیپن، بۆیە خێرای ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە زەوی V_{AE} دەکاتە کۆی ئاراستەیی دوو خێرایە رێژەییەکە. V_{FE} , V_{AF} وە بەپێی رێسایەکی پێ دەگوترێ (رێسای دووهمینە) ئەوا:

$$V_{AE} = V_{AF} + V_{FE}$$

ئەگەر وا دابنێین کە رێگا کە دەکەوێتە سەر تەوهری x ، وە ئاراستە بەلای راست مۆجەب بێت، ئەوا بری هەردوو خێرای V_{FE} , V_{AF} مۆجەب دەبن، ئەگەر گالیسکەکان بە گوێرە زەوی بە خێرای $V_{FE} = 20\text{km/h}$ بجولین وە ئۆتۆمبیلەکەش بە گوێرە زەوی گالیسکەکان بە خێرای $V_{AF} = 25\text{km/h}$ بجولێت ئەوا خێرای ئۆتۆمبیلەکە بە گوێرە زەوی V_{AE} دەکاتە:

$$V_{AE} = V_{AF} + V_{FE}$$

$$V_{AE} = 25 + 20 = 45\text{km/h}$$

له کاتی رویشتن له سەر هیلکی راست، خیرایی V_{AE} ده کاته کۆی جه بری،
 V_{AF} و V_{FE} . نه گەر ئوتومبيله که به خیرایی 25km/h به گویره ی گالیسکه کان
 به رهو لای چه پ بروت نهوا $V_{AF} = -25\text{km/h}$ ، له نه جامدا خیرایی ئوتومبيله که
 به گویره ی زهوی ده بیته 5km/h واته به رهو لای چه پ ده جوولیت.

نمونه: ژنیک ئوتومبيله که ی له ریگایه کی ریکدا به خیرایی 80km/h
 لیده خوپی، له م ریگایه دا خیرایی به 60km/h سنووردارکرا بوو. ئه فسه ریکی
 پۆلیس ئه م سه ریچییه ده بیته، به مۆتۆرسایکله که ی به خیرایی 100km/h
 به دوا ی ئوتومبيله که ده که ویت، ئایا خیرایی مۆتۆرسایکله که به گویره ی
 ژنه که چه نده؟

شیکار: دابنی ئوتومبيله که (A) بیته و مۆتۆرسایکله که (M) بیته زه ویش E

بیته، که واته:

$$V_{AE} = 80 \text{ km/h}$$

$$V_{ME} = 100 \text{ km/h}$$

$$V_{MA} = V_{ME} + V_{EA}$$

$$V_{EA} = -V_{AE}$$

به لام

$$\therefore V_{MA} = V_{ME} + (-V_{AE})$$

$$V_{MA} = 100 + (-80)$$

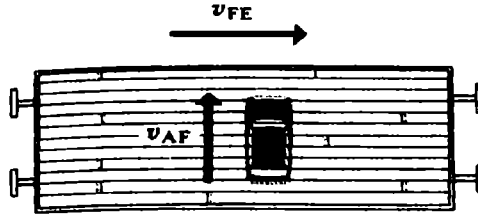
$$V_{MA} = 20 \text{ km/h}$$

واته ژنه که وا هه ست ده کات که مۆتۆرسایکله که به خیرایی 20 km/h لیتی

نزیکه ده بیته وه.

پیشتر باسی خیرایی ریژهیی نیوان دوو ته نمان کرد که له سهریه ک هیلکی
 راست ده پۆن. ئیستا باسی خیرایی ریژهیی نیوان دوو ته ن ده که یه که له
 رووته ختیکی ده جوولیت.

بېروانه وینه (3-31) که تیايدا ئۆتۆمبیلکه به ئاراسته ی ستون له سهر ئاراسته ی گالیسکه فلاته که ده پروات،



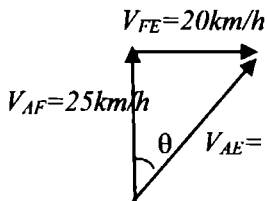
وینه (3-31) ئۆتۆمبیلکه به ئاراسته ی ستون له سهر ئاراسته ی گالیسکه فلاته که ده پروات

له م باره دا خیرایی ئۆتۆمبیلکه به گویره ی زهوی V_{AE} به کسان ده بیئت به سه رجه می ئاراسته یی خیرایی ئۆتۆمبیلکه به گویره ی گالیسکه کان V_{AF} وه خیرایی گالیسکه که به گویره ی زهوی V_{FE} که واته هه مان هاوکی شه ی ئاراسته داران له م باره شدا به کار ده هینریت.

$$V_{AE} = V_{AF} + V_{FE}$$

گریمان خیرایی گالیسکه فلاته که به گویره ی زهوی $V_{FE} = 20 \text{ km/h}$

وه خیرایی ئۆتۆمبیلکه به گویره ی گالیسکه فلاته که $V_{AF} = 25 \text{ km/h}$



وینه (3-32)

له وینه (3-32) دا هیلکاری ئاراسته یی پیشان دراوه .

$$V_{AE} = V_{AF} + V_{FE}$$

$$V_{AE}^2 = V_{AF}^2 + V_{FE}^2$$

$$V_{AE}^2 = (25)^2 + (20)^2$$

$$V_{AE} = 32 \text{ km/h}$$

$$\tan \theta = \frac{20}{25}$$

$$\tan \theta = 0.8$$

$$\theta = 39^\circ$$

واته خیرایی ئۆتۆمبیلکه به گویره ی زهوی (32 km/h) ه وه به گوشه ی

51° له گه ل ئاراسته ی جووله ی گالیسکه که به .

نمونہ :

بؤسلہی فرؤکہ یهك ئاماژہ به ئه وه دهكات كه فرؤكه كه رووه و باكووره،
وه نيشاندهرى خيړايى وا پيشاندهدات كه خيړايى فرؤكه كه به ناو هه وادا
 240 km/h . ئه گه ر خيړايى با (wind) له رؤژئاواوه به ره و رؤژه لات
 100 km/h بئت، ئايا خيړايى فرؤكه كه به گويرهى زهوى چهنده؟

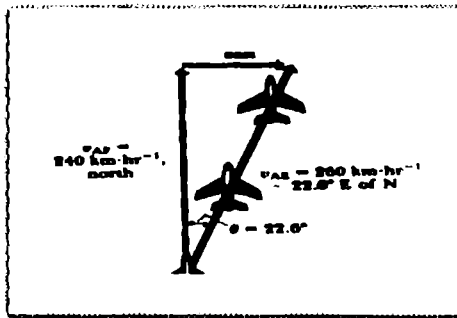
شيکار: (وينه 3-33)

هيماى A بؤ فرؤكه كه وه هيماى F بؤ بايه كه وه هيماى E بؤ زهوى دابنى،
كه واته.

$V_{AF} = 240 \text{ km/h}$ (خيړايى فرؤكه كه به گويرهى هه و)

$V_{FE} = 100 \text{ km/h}$ خيړايى بايه كه به گويرهى زهوى

دهمانه وئت خيړايى فرؤكه كه به گويرهى زهوى بدؤزينه وه. V_{AE}



$$V_{AE} = V_{AF} + V_{FE}$$

$$V_{AE} = \sqrt{(240)^2 + (100)^2}$$

$$= 260 \text{ Km/h}$$

$$\tan \theta = \frac{100}{240} = 0.4$$

$$\theta = 22.6$$

وينه (3-33)

هينكارى ئاراستهى خيړايى فرؤكه كه به ره و باكوو خيړايى بايه كه
به ره و رؤژه لات وه خيړايى دهرنه نجامى فرؤكه كه پيشان دمدات.

هه رسى خيړاييه ژييرييه كان، په يوه ندييان له گه ل به كتر له وينه (3-33)
پيشاندر اوه.

نمونہ :

زانا ٹوٹومبیلہ کی بہ خیرائی 40 km/h بہ رھو باکوور لیڈہ خوریت وہ
ناشتی ٹوٹومبیلہ کی بہ خیرائی 60 km/h بہ رھو باشوور لیڈہ خوریت. ئایا
خیرائی ٹوٹومبیلی زانای بہ گویرہی ناشتی چہندہ.

شیکار:

$$\begin{aligned} V_{ZE} &= 40\text{ km/h} \text{ دابنی خیرائی ٹوٹومبیلی زانا بہ گویرہی زہوی} \\ V_{AE} &= 60\text{ km/h} \text{ خیرائی ٹوٹومبیلی ناشتی بہ گویرہی زہوی} \\ \therefore V_{ZA} &= V_{ZE} + V_{EA} \end{aligned}$$

لہ بہر نہ وہی دوو خیراییہ کہ پیچہ وانہی یہ کترن.

$$\begin{aligned} \therefore V_{ZA} &= V_{ZE} - V_{EA} \\ V_{EA} &= - V_{AE} \text{ بہ لام} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_{ZA} &= V_{ZE} - (-V_{AE}) \\ V_{ZA} &= 40 - (-60) = 100\text{ km/h} \end{aligned}$$

واتہ ناشتی ہست دہکات کہ ٹوٹومبیلی زانا بہ خیرائی 100 km/h بہ رھو

باکوور دہجوولیت.

پرسیار و راھینان

پرسیار:

پ ۱: جوړه کانی جووله چين؟

پ ۲: ته ټولګه يه ک له سهر چيوه ي بازنه يه ک نيوه تيره ک ي 12cm. ده جووليت

يه ک سوور ته و او ده کات، نه و لادانه ي بريويه تي چنده؟

پ ۳: ته ټولګه يه ک به ګورپکي نه ګورپ له سهر رپړه ويکي که وانه يي ده پوات ثايا

خيراييه که شي نه ګورپه؟ بوچي؟

پ ۴: ګورپک، په رپکي کاغه زو ه لمتيک (که لا) له ه مان به رزايي و له ه مان

کاتدا به ردايه وه، کاميان پيشتر به زه وي ده که ویت؟ بوچي؟ نه ګر نه م

کاره دووباره بکاته وه پاش نه وه ي په رپه کاغه زه که ده کاته توپه ل نه م

جاره چي تبيني ده کات؟ بوچي؟

پ ۵: به چ ګوشه يه کي هاويشتن، موشه ک ګه وره ترين مه وداي ناسويي

ده بيت. بو خيراييه کي دياريکراوه؟ بيرکاريانه وه لامه که ت بسه لمينه.

پ ۶: (a) ده شيت، ته نيک ګورپکي نه ګورپي هه بيت، به لام خيراييه کي ګورپاو

بيت؟ (b) ده شيت، ته نيک خيراييه کي نه ګورپي هه بيت به لام ګورپه کي

نه ګورپيت.

پ ۷: ده شيت. خيرايي ته نيک بيت به سفر، له و ساهه دا تاودانه کي سفر

نه بيت؟

پ ۸: له ګرافي خيرايي به رامبه ر کات، چوڼ تاودان ده سته ده که ویت؟

پ ۹: ثايا ده شيت خيرايي ته نيک پيچ وانه بيتته وه، کاتيک تاودانکي نه ګورپ

بيت؟

پ ۱۰: ته نيک به ره و سهر ه لدر او ګه رايه وه شويني ه لداني.

(a) له چ خالتيكى ريڙه وهكەى خيڙاييه كهى دهبيت به سفر؟

(b) گرافي خيڙاييه كهى به رامبه ر كات ويښه بكه.

(c) گرافي تاودانه كهى به رامبه ر كات ويښه بكات.

پ۱۱: پارچه ته باشيريك، ناسوييانه هاويژرا، وه له هه مان ساتدا پارچه يه كى تر

له هه مان به رزياييه وه به ردرايه وه. كاميان يه كه مين به زهوى ده كه ويټ؟

كاميان خيڙايى به ركه وتنى به زهوى زورتره؟

پ۱۲: ئايا پيكنه رى ناسويى خيڙايى مووشه كيڅ ده گورپټ؟ نه گره نه،

بوچى؟

پ۱۳: دوو تن يه كه ميان به خيڙايى ۷ به شاولى به ره و سه ر هاويژرا، ئهوى

دى به خيڙايى (2۷). بسه لمينه ئه و به رزياييه ي تهنى دووهم ده يگاتى

ده كاته چوار هه ندى به رزيايى تهنى يه كه م. ($h_2=4h_1$)

پ۱۴: ته نولكه يه ك له سه ر ريڙه ويكي كه وانه يى ده جووليت. په يوه ندى نيوان

گورپى ساتى و خيڙايى ساتى ئه م ته نولكه يه چييه؟

پ۱۵: ئايا ئه و توپه ي له په نجه ره ي ترومبيليكى روښستو به رده دريټه وه

كاتيكى زورترى ده ويټ تا ده گاته زهوى له ئه وهى له ترومبيليكى

وه ستاوه له هه مان به رزيايى به رده بيته وه؟

پ۱۶: هاويژراو، له چ خالتيكى ريڙه وهكەى كه مترين خيڙايى ده بيت؟

پ۱۷: هوځاره گرنگه كان بو ياريزانيكى بازدانى دريژ چين؟

پ۱۸: خيڙايى ته نيكى كه وتو زياد ده كات، ده رياره ي تاودانه كهى چى

ده لټيت؟ زياد ده كات، كه م ده كات، ناگورپټ.

پ ۱۹: به رديك له روځي كنده لانيكه وه به شاولي به خيراى v به ره و سه ر هه لدر، يه كي تر به هه مان خيراى به شاولي به ره و خوار فريدرا. كاميان

به خيراى به كي زورتر به بنه كي كنده لانه كه ده كه ویت؟

پ ۲۰: مه دفعه عيک، مووشه كيک بؤ دوورتين مه وداى ناسوى به خيراى

$300\sqrt{2}m/s$ ده هاويزيت. نه مانه ي خواره وه بدوزه وه. (به رگري هه وا

فه راموش بکه) ($g = -10 m/s^2$) . کاتي فريني مووشه كه. (b) زورترين

به رزي مووشه كه ده يگاتي. (c) خيراى به ركه وتني مووشه كه كه به زه وي.

وه لام: $a) 60 s$ $b) 4500 m$ $c) 300\sqrt{2}m/s$

پ ۲۱: ته نيک له ليواى كنده لانيكه وه به رزييه كي $(100m)$ به خيراى $50m/s$

و به گوشه ي 53° له گه ل ناسوى هاويزرا. بدوزه وه.

(a) کاتي فريني ته نه كه چنده ؟ (b) له چ دوويه كي ناسوى له بنه كي

كنده لانه كه به زه وي ده كه ویت. ($g = -10m/s^2$)

وه لام: $a) 10S$ $b) 300m$

پ ۲۲: ته نيک له وه ستانه وه، به تاودانى $2 m/s^2$ ده ستي به جووله كرد. ثايا:

(a) خيراى کوتايى پاش $5 s$ له ده ستي كردنى به جووله چنده ؟

(b) تيكرای خيراى له و $(5 s)$ چرکه يه دا چنده ؟ (c) نه و لادانه ي له و

$(5 s)$ چرکه يه دا ده يپریت چنده ؟ (d) نه و لادانه ي له چرکه ي پينجه مه دا

ده يپریت چنده ؟

وه لام: $a) 10 m/s$ $b) 5 m/s$ $c) 25 m$ $d) 9 m$

پ ۲۳: ته نيک له سه ر روپكي ليژي سافه وه له وه ستانه وه به ره و خوار

ده خليسکيت، له ماوه ي $(4s)$ چرکه ي به كه مي جووله كه يدا $24m$ ده بريت،

ئايا ئو كاتهى له سهره تاي جووله كه يه وه دهيايىنىت تا خيراىيه كهى
دهبيت به 36 m/s چنده؟ وه لام 12 s

پ ۲۴: گولله يه ك شاوليانه به ره و سهر هاويژرا، گه يشته بلندي $m(1960)$. ئايا:
(a) برى سهره تا خيراىى ئه م گولله يه چنده؟ (b) كاتى خاينراو تا
ده گه رپته وه خالى هاويشتنى چنده؟ (c) دواى چند چركه، به رزييه كهى
دهبيتته 1470 m ؟ وه لام: 10 s , 30 s c) 40 s b) 196 m/s a)

پ ۲۵: نه گه ر ترومبيليك به تاودانىكى ريك لادانى 162 m بپرئت له و ماوه يه دا
خيراىيه كهى له 12 m/s بيت به 42 m/s ئايا: (a) برى ئو تاودانه
چنده؟ (b) چند كاتى خايندوه تا ئو لادانهى برپوه؟
وه لام: 6 s b) 5 m/s^2 a)

پ ۲۶: بالونيك به خيراىى 29.4 m/s به شاولى سهرده كه وئت، له به رزى 784 m
ته نيكى لى به رده بيتته وه. ئايا ئه م كاتهى ته نه كه دهيايىنىت تا به زهوى
ده گات چنده؟ وه لام: 16 s

پ ۲۷: ترومبيليك له ئاماژهى رووناكى سوور وه ستاوه، هه ر كه رووناكييه كه
كوپا بۆ سهوز، ترومبيله كه دهستى به جووله كرد به تاودانى 2 m/s^2 ، له
هه مان ساتدا لوريه ك به خيراىى نه گوپ 10 m/s به ته نيشتى تپه پيوو.
ده ربهينه: (a) ئو لادانهى ترومبيله كه ده يپرئت تا ده گاته وه لوريه كه.
(b) خيراىى ترومبيله كه له و ساتهى ده گاته وه لوريه كه.

وه لام: 20 m/s , 100 m

پ ۲۸: منداليك، له بانى بنايه كه وه به رديك به شاولى به ره و سهر به
خيراىى 29.4 m/s ده هاويژئت. پاش 4 s ، يه كى تر به ره لا ده گات به شاولى

بەرەو خوار بەربیتەو، ئەم کاتە حسیب بکە کە پتووستە بۆ ئەوێ ئەم
دوو بەردە بگەن بە یەک. وەلام: $4s$

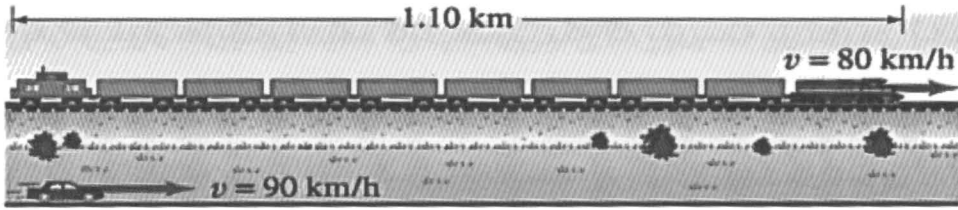
پ ۲۹: یاریزانێک، بازدانی درێژ ئەنجام دەدات. زەوی بە گوشەى 33°
جێدەهێلێت و $7.8m$ باز دەدات: (a) گوپی خو هاویشتنی چەندە بوو؟
 (b) ئەگەر بتوانی ئەم گوپە بە رێژی 5% زیاد بکات. چەند دوورتر
باز دەدات؟ وەلام: $b) 0.78 m$ $a) 9.15 m/s$

پ ۳۰: بەردیکی کەوتوو، $(0.3s)$ ی دەوێت تا بە بەردەم پەنجەرەیک
بەرزیکەى $2.2m$ تێپەردەبێت، چەند بلند لە سەر وێى لای سەرەوێ
پەنجەرەیکەو بەردەکە بەربۆتەو؟ وەلام: $1.75m$

پ ۳۱: ترومبیلێک بە خێرایى $90k m/h$ دەپوات، ئەگەر کاردانەوێ لێخوڕەکەى
 $1s$ بێت: (a) چ دووریەک دەبێت تا دەووستێت. ئەگەر تاودانەکەى $-4m/s^2$
بێت. (b) ئەگەر تاودانەکەى $-8m/s^2$ بێت.
وەلام: $b) 64m$ $a) 103m$

پ ۳۲: ترومبیلێک بە خێرایى $90km/h$ بە رێگایەک دا دەپوات، دەیهوێت پیش
شەمەندەفەرێک بکەوێت، درێژییەکەى $(1.1km)$ و خێرایى
 $(80 km/h)$ ه. شەمەندەفەرەکە بە هەمان ئاراستە لە سەر سکیەک تەریبە
بە رێگا کە دەپوات: (a) ترومبیلەکە چەند کات دەیخانییت تا کۆ لە
شەمەندەفەرەکە تێپەر دەبێت؟ (b) ترومبیلەکە چ لادانیک دەبێت لەم
کاتە دا؟ (c) ئەنجامەکان چۆن دەبن ئەگەر ترومبیلەکەو شەمەندەفەرەکە لە
ئاراستە دا پیچەوانەبن؟

وەلام: $0.58km$, $0.00647h$ $c) 9.9 km$ $b) 0.11 h$ $a)$



پ ۳۳: شہمہ نده فہریکی و ہستاو در یژیہ کہی (75m) بوو، کریکاریک، 140m دور لہ پیشی شہمہ نده فہرہ کہ و ہستابوو. شہمہ نده فہرہ کہ بہ تاودانیکی ریک دہستی بہ جوولہ کرد تیبینی کرا پیشی شہمہ نده فہرہ کہ بہ خیرایی 25m/s بہ کریکارہ کہ تیپہ ربوو، ئایا دوا فارگون بہ چ خیراییہ کہ بہ کریکارہ کہ تیپہ ربووہ؟ وہ لام: 31m/s

پ ۳۴: تہ نولکہ یہ کہ لہ سہر ہیلکی راست بہ تاودان دہ جوولیت. خیراییہ کہی لہ 65m/s کہ $t = 0$ دہ بیتہ 162m/s کہ $t = 10s$. چ لادانیک دہ بریت لہ نیوان $t = 2s$ رہ $t = 6s$ ؟ وہ لام: 415 m

پ ۳۵: بؤ تہ نیکی بہ سہ ربہستی لہ و ہستانہ وہ بکہ ویتہ خواریہ وہ. بسہ لمینہ ئو لادانہی دہ بریت لہ ماہی ہر چرکہ یہ کی بہ دوا یہ کدا، بہ ریژہی ئم ژمارہ تاکانہ یہ کہ لہ دوا یہ کہ (1, 3, 5, 7, ...)، زیاد دہ کات.

پ ۳۶: ساروخیک لہ و ہستانہ وہ بہ شاولی و بہ تاودانی $3.2 m/s^2$ بلند دہ بیت تاکو لہ بہ رزایی 1200m سووتہ مہنی نامینیت. لہ دوا یہ ئم خالہ وہ تاودانہ کہی دہ بیتہ تاودانی زہوی: (a) خیرایی ساروخہ کہ لہ ساتی برانی سووتہ مہنی چہ ندہ. (b) چہ ند کات دہ خایینیت تا دہ گاتہ ئم بہ رزاییہ. (c) ئو پہ پی بہ رزایی ساروخہ کہ دہیگاتی چہ ندہ؟ (e) چہ ند کات دہ خاینیت تا دہ گاتہ ئو پہ پی بہ رزایی؟ (e) بہ چ خیراییہ کہ بہ زہوی دہ کـ ویت؟ (f) ماوہی گشتی مانہ وہی لہ ہوادا چہ ندہ؟

a) 88 m/s b) 27.5 s c) 1595 m d) 36.5s e) 177 m/s f) 54 s

پ ۳۷: به رډيک له سوانده ی بانی بنایه که وه که واندرا. پاش $2s$ ، یه کی تر به شاولی به ره و خوار به خیرایی 30 m/s فریدرا، نه وه ی بینرا هه ردوکیان له هه مان کاتدا گه یشتن به زهوی: (a) به ردی یه که م چه ند کاتی ده ویت تا ده گاته زهوی؟ (b) بنایه که چه ند بلنده. (c) خیرایی هه ر یه ک له دوو به رده که چه ند که به زهوی ده که ون؟

وه لام: $a) 3.88 \text{ s}$ $b) 73.9 \text{ m}$ $c) 38 \text{ m/s}, 48.4 \text{ m/s}$

پ ۳۸: مووشه کیک له روخی که نده لانیک به رزییه که ی له رووی زهوی یه وه 125 m به خیرایی 65 m/s وه به گوشه ی 37° له گه ل ناسو هاویژرا نه مانه دیاری بکه: (a) چه ند کات ده خاینیت تا ده گاته بنکه ی که نده لانه که. (b) مه ودا ی ناسوی له بنکه ی که نده لانه که وه. (c) پیکنه ری ناسوی و پیکنه ری شاولی خیراییه که ی پیش نه وه ی به که میک به زهوی بکه ویت.

$a) 10.4 \text{ s}$ $b) 541 \text{ m}$ $c) 51.9 \text{ m/s}, -62.8 \text{ m/s}, 81.5 \text{ m/s}$ $\theta = 50.4^\circ$
پ ۳۹: مه له وانیک، له سه ر له وچه که ی حه وزیکی مه له وانیه وه، که 5 m به رزه، بناویکی لیدا باش 1.3 s له دووری 3 m له کوتایی له وچه که وه به ناوه که ده که ویت. (وه ک ته تولا که یه ک سه یری مه له وانه که بکه). نه مانه دیاری بکه: (a) سه ره تا خیرایی مه له وانه که و ناراسته که ی. (b) زووترین به رزایی ده یگاتی. (c) خیرایی به ر نه رئاوکه وتنی و ناراسته که ی.

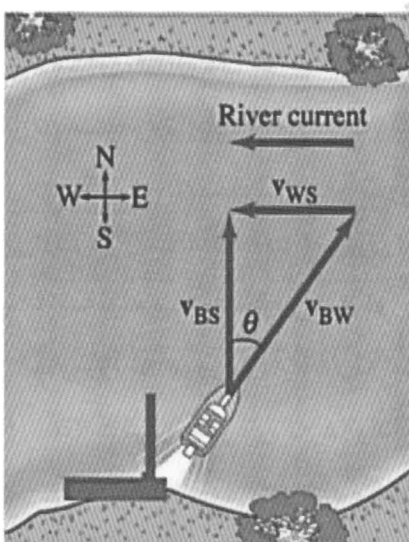
ژیر ناسو. 10.5 m/s , 77° (c) له رووی ناوه که وه 5.32 m (b) سه رووی ناسو 47.5° , 3.42 m/s (a)
پ ۴۰: ته نیک به ناسوی له لووتکه ی مناره یه که وه به رزییه که ی 122.5 m هاویژرا له دووری 100 m له بنکه ی مناره که وه به زهوی که وت. بدوزه وه: (a) کاتی مانه وه ی له هه وادا. (کاتی فرینی). (b) خیرایی هاویژرتنی. (c) به چ خیراییه ک به زهوی ده که ویت و ناراسته که ی.

وه لام: $a) 5 \text{ s}$ $b) 20 \text{ m/s}$ $c) 53 \text{ m/s}$ 68° ژیر ناسو

پ٤١: مه دفه عيڱ، مووشه كيڱ به خيرايي 120 m/s و به گوشه ي 37° سه ر
 ناسو ده گريته تانكيڱ (ده بابيه) كه به رووي ديٽ به خيراييه كي نه گور
 15 m/s . ثايا دووري نيوان مه دفه كه و تانكه كه چنده له ساتي
 هاويژتني مووشه كه كه، كاتيڱ مووشه كه كه تانكه كه ده پيكتيت؟
 وه لام: 1631 m

پ٤٢: روباريڱ به ره و باكور به خيرايي 1.5 m/s ده روات. پياويڱ به له مه كه ي
 به ناراسته ي روزه لات سه ول ده دات به مه به ستي گه يشتن بو نه وبه ري
 روباره كه، خيرايي به له مه كه به گويژه ي ثاوه كه (3 m/s) يه،
 روباره كه ش 1000 m پانه. ١- خيرايي به له مه كه به گويژه ي زه وي
 چنده؟ ٢- چند دور له باكوري خالي ده ستيپيكردي ده گاته نه وبه ري
 روباره كه. ٣- بو په پينه وه چند كات ده خاينيت؟
 وه لام: ١- 26.6° ٢- 3.35 m/s ٣- 500 m ٣- 333 s

پ٤٣: خيرايي به له ميڱ له ثاوي وه ستاودا



وينه (3-34)

(مهنگ) $v_{BW} = 1.85 \text{ m/s}$ وه

روباريڱ خيرايي ثاوه كه ي

يه. به ره و خورثاوا. $(v_{ws} = 1.2 \text{ m/s})$

به له مه كه ده يه ويٽ راسته و راست

به ره و باكور له روباره كه

بپه پيټه وه، ثايا: a به له مه كه

پيويسته چ گوشه يه ك وه ربگريٽ؟

b خيرايي به له مه كه به گويژه ي

(V_{BS}) زه وي چنده؟

وه لام: $\theta = 40.4^\circ$, $v_{Bs} = 1.4 \text{ m/s}$

هیز، هاوسهنگی، زهبر

Force, Equilibrium, moments



دروستکردنی بالاخانه بهرزمكان و پرده سهرنج راکیشهکان و پرده ههئواسراوهکان و نهو بینا گه ورهو جوانانهی له زمانه رومانهکان و نهو مزگهوت و کلیسه جوانانه، دروستکردنی نهمانه پنیوستان به نهاندازیارو معماریان ههجووه بو نهووی نهو هیزو فشارانهی دهکونه سهر بهش و پیکهاتهکانی نهه بینایانه ههژمار بکهن بو نهووی نهجوولین و بهتاییهتی دانه پمین.

لهه بهشه دا باسی باریکی تاییهتی جووله دهکین که تیایدا بهرنه نجامی نهو هیزو زهبرانهی دهکونه سهر ته نیک ده بیهته سفرو ته نه کهش و مستاو ده بیت یان به خیرایی نه گۆر ده جوولیت.

(4-1) ھېز Force

بىرۆكەى ھېز بېرى كارلە يەك كىردنى دوو تەنە ديار دەخات، كاتىك تۆ پال بە ترومبىلىك دەنييت كە لەناو قوپ چەقيوہ ئوہ تۆ ھېز دەخەيتە سەرى، مەكىنەى شەمەندوفەر ھېز دەخاتە سەر فارگونەكان بۆ راكىشانىان يان پالپوہنانىان، زۆرجار ھېز لە نىوان دوو تەنى بە يەكگە يىشتوو دياردەكە وىت (*Contact force*)، يان ھەندى ھېز ھەن وەك ھىزى كىشكردى زەوى و ھىزى كارەباى و ھىزى موگناتىسى دياردەكەون ئەگەر چىش دوو تەنەكە لە يەكترى دووربن و بۆشايى لە نىوانىاندا ھەبىت، ئەگەر ترومبىلىك وەستابىت تۆ پاللى دەدەيت تا بىجولپىت، يان ئەگەر رۆيشتوو بىت (*brake*) دەگىت تا بە ھىزى لىكخشاندىن بىوہستىنىت، واتە ھېز بارى جولانەوہى تەنىك دەگۆپىت يان ھەوللى گۆپانى دەدات. واتە بەھوى ھېز، تەنى وەستاو دەجولپىت يان تەنى جوللاو دەوہستىنىت، يان بەھوى ھېز دەتوانىت شىوہى تەن بگۆپىت وەك كاتىك سىپرىنگىك رادەكىشىت يان دەپەستىوت. لەم نمونانەو ھى تىش پىناسەى ھىزمان بۆ ئاشكرا دەبىت. كە ئوہە ھىز برىتە لە كارىگەرىك كە بارى جولەى تەنىك يان شىوہى يان قەبارەى دەگۆپىت يان ھەوللى گۆپىن يان دەدات.

(4-2) يەكەكانى پىوانى ھېز Units of force measurement

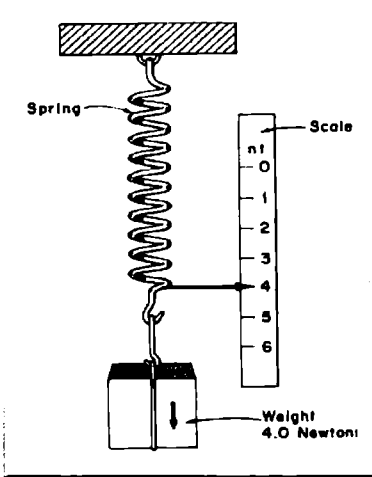
يەكەى پىوانى ھېز نيوتنە، نيوتنىش ئو ھىزە كىشكردى زەوىە بۆ تەنىك بارستەكەى ($\frac{1}{9.8}$ كگم)ە، لە ئاستى رووى دەرياو لەسەر ھىللى پانى 45° باكور دانراوہ. لەم پىناسەوہ دەردەكە وىت كە ئو تەنەى بارستەكەى يەك كىلوگرامە، ھىزى كىشكردى زەوى لەسەرى دەكاتە 9.8 نيوتن ($9.8N$) ھەر

ئەمەشە پىي دەگوتى كىشى (weight) تەنەكە . كەواتە تەنىك بارستەى $1kg$ بىت كىشەكەى $9.8N$.

لە بەشەكانى دواتر بۆت روون دەبىتەو كە پىناسەى بنەپەتى نيوتن بەم جۆرەبە . (نيوتن بېى ئەو ھىزەبە ئەگەر كارىكاته سەر تەنىك بارستەكەى بەك كىلوگرام بىت، تاوانىكى پىدەدات بېرەكەى بەك مەتر/چركە^۲ دەبىت ($1m/s^2$) . بەكەبەكى بچوكتەر ھەبە ھىزى پى دەپپورىت پى دەللىن دىن (dyn) ، كە بەكسانە بە $10^{-5}N$ نيوتن . يان (1 نيوتن = 10^5 دىن)

(4-3) پىوانى ھىزىان كىش : Measuring Force or Weight

كىش يا ھىز، بە دەزگابەك دەپپورىت پى دەگوتى قەپانى سېرىنگى . (تەرازى سېرىنگى (Spring balance) . ئەمە پىكدىت لە سېرىنگىك و پلەكراوئىكى (scale) جىگىرو نىشاندەرىك بە كۆتايى سېرىنگەكە بە ستراو ۋىنە (4-1) . ئەو تەنەى دەمانەۋىت كىشەكەى بېپوین بە كلاپى سېرىنگەكە ھەلدەواسىن، ھىزى كىشكردى زەوى بۆ تەنەكە وا دەكات سېرىنگەكە



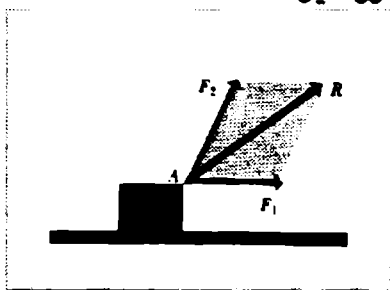
ۋىنە (4-1) كارى تەرازى سېرىنگدار

رابكىشرىت تا ئەو رادەى ھىزى جىپى سېرىنگەكە بەرەو سەر ھاوسەنگ دەبىت بە ھىزى كىشكردى زەوى، لە ھەمان كاتدا نىشاندەرەكەش بەرەو خوار لەسەر پلەكراوئەكە دەجوولت، ئەو پشانەدات كە چەند سېرىنگەكە درىژ بۆۋەتەو . كىشى تەنەكە بە خويىندەنەۋى شوپنى نىشاندەركە لەسەر پلەكراوئەكە ديار دەكەۋىت .

(4-4) بەرئە نجامى ئۇو ھىزانەى دەكەونە ناو يەك رووتە ختەو

Resultant of Coplaner Forces

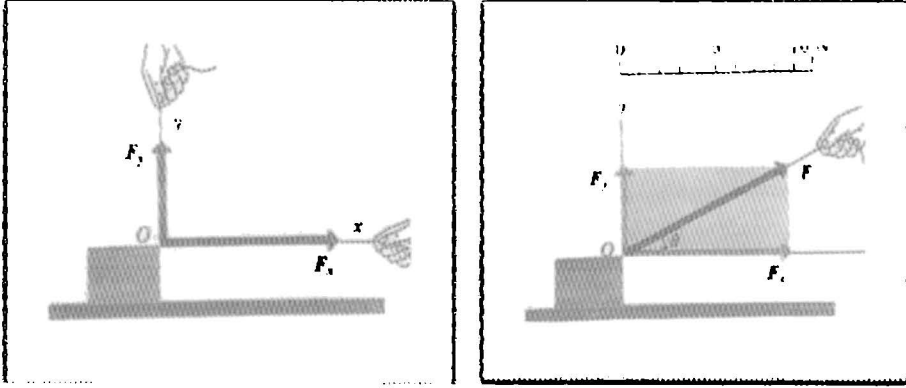
لەمەوپىش لە بەندى (2-2) دا، كۆكردنەوەى بېرە ئاراستەيەكانمان باس كىرد، جا لەبەر ئۇوەى ھىزەكان بېرى ئاراستەيەىن، بۆيە بۆ كۆكردنەوەى ھىزەكانىش ھەمان رىگەكانى كۆكردنەوەى ئاراستەدارەكان بەكاردەھىنەىن، لە وىنە (4-2) دا، دوو ھىزى F_1 ، F_2 لە ھەمان كاتدا كار لە خالى A دەكەن تاقىكردنەوەكان وا پىشانەدەن، كاريگەرى ئەم دوو ھىزە كە بەيەكەوە كاردەكەنە سەر تەنەكە، ھەروەك كاريگەرى تاكە ھىزىگە R ، كە بېرەكەى يەكسانە بە كۆى ئاراستەيى دوو ھىزە بىنەپەتتەيەكە $(R=F_1 + F_2)$. ئەم تاكە ھىزە پىى دەگوتىرى بەرئە نجامى (resultant) دوو ھىزەكە.



وینە (4-2)

نەو ھىزەى بە ئاراستەدارى R نواندراو، كە يەكسانە بە كۆى ئاراستەيى F_1 ، F_2 ھەمان كاريگەرى دوو ھىزەكە پەيدا دەكات. كە لە ھەمان ساتدا كار لە تەنەكە دەكەن. خراونەتە سەر تەنەكە، واتە ھەمان كاريگەرى بەرئە نجامى ھىزە بىنەپەتتەكانە. بە پىچەوانە، ئىمە دەتوانىن تاكە ھىزىگىش، بەرىگای شىتەلكردن، بە دوو پىكەنرەكەى بنوینەىن، ھەروەك لە بەندى (2-4) باسكراو. لە وىنە (4-3a) دا ھىزى F ، لە خالى O دا كار لە تەنەكە دەكات. ئاراستەدارى دوو پىكەنرەكەى ھىزى F ، بە ئاراستەى O_x ، O_y ، برىتەىن لە F_x ، F_y . كە لە ھەمان ساتدا دەخىنە سەر تەنەكە. كاريگەرى ئەم دوو ھىزە لە سەر تەنەكە، ھەمان

كارىگەرى ھىزە بىنەپەتتە F ۋاتە دەتوانىت لە شوپىنى ھەر ھىزىك، دوو پىكەنرەكەى دابىرىت كە لەھەمان خال كاردەكەن وىنە (4-2b).



وینە (4-2)

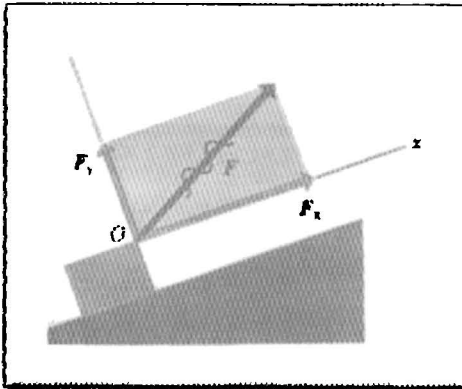
ھىزە لارەكە F دەشیت دوو پىكەنرەكەى F_x ، F_y شوپىنى بگرنەو، $F_x = F \cos \theta$ ، $F_y = F \sin \theta$

وہك نمونہ کی ژمارہ یی لیگہ پى $F = 100N$ ، $\theta = 30^\circ$

$$\therefore F_x = F \cos \theta = 100 \cos 30^\circ = 100 \times 0.86 = 86 N$$

$$\therefore F_y = F \sin \theta = 100 \sin 30^\circ = 100 \times 0.5 = 50 N$$

ئەم دوو ھىزە $86 N$ ، $50 N$ ھەمان كارىگەرى ھىزى $100 N$ نيوتننەن لەسەر تەنەكە ھەپە.



وینە (4-3)

F_x و F_y دوو پىكەنرەكەى ھىزى F ، تەرىب و ستونن بۇ رووھ لیژەكە.

مەرج نىە، دوو تەوەرەكە تەنەئاسۆیى و شاولى بىت، لە وىنە (4-3) دا، سندوقىك لەسەر روویكى لیژ بە ھىزى F رادەكىشەرىت، دوو پىكەنرەكەى بە F_x و F_y نویتراون كە تەرىب و ستونن بۇ رووھ لیژەكە.

نمونه 1:

له وینه (4-4) دا، F_1, F_2, F_3 دهكه ونه ناو رووته ختی x, y كار له خالی o دهكهن. دابنن $F_1=120N, F_2=200N, F_3=150N, \theta=60^\circ, \phi=45^\circ$. پيكنه ره كانی (Components) x, y ته م هیزانه چهنن، ئینجا بپوئارأسته ی بهرنه نجامیان بدوزه وه.

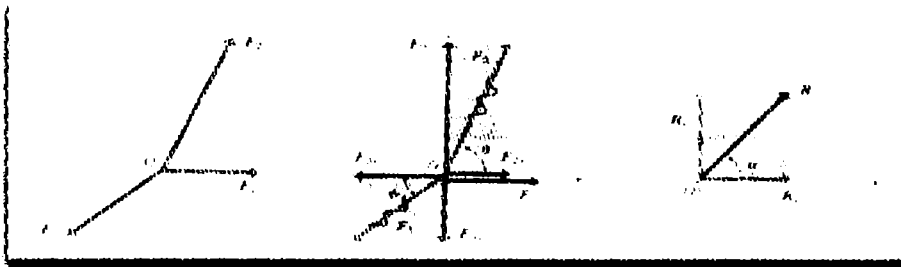
شیكار: پيكنه ره كان له خشته ی خواره وه ریكخراون

Force	Angle	x-component	y-component
$F_1=120N$	0°	$+120N$	0
$F_2=200N$	60°	$+100N$	$+173N$
$F_3=150N$	45°	$-106N$	$-106N$

$$R_x = \sum F_x = 114N, R_y = \sum F_y = 67N$$

$$R = \sqrt{(114N)^2 + (67N)^2} = 132N$$

$$a = \arctan \frac{67N}{114N} = \arctan 0.588 = 30.4^\circ$$



وینه (4-4)

ناراسته داری R له بهرنه نجامی F_1, F_2, F_3 . به رنگای شینه لکړدن دهسکه وتووه دوو پيكنه ره كه ی R بریتین له

$$R_y = \sum F_y \text{ وه } R_x = \sum F_x$$

(4-5) هاوسه نگیبون: Equilibrium

زور جار تووشی نهو حالته ده بیت، كه تیایدا وا رووده دات، كاتیك چهنه میژك كار له تهنك دهكهن، له بارودوخیکي تایبه تدا، نهو هیزانه گوران له جووله ی تهنه كه پهیدا ناكهن. نهو باره ی كه تیایدا گوران له جووله ی تهن روونادات پئی دهگوتری هاوسه نگیبون (equilibrium). نهو تهنه ی له باری هاوسه نگیبون دایه، یان وهستاو ده بیت (at rest) یان جوولاو ده بیت به

خیراییه کی نه گۆر له سهر هیلێکی راست وه یان له وانه یه به ریکی به دهوری ته وه ریکی جیگیر به گوشه خیرایی نه گۆر بخولیتته وه.

به ره نهجی ئه وه هیزانه ی کار له ته نیک هوسهنگ ده کهن ده کاته سفر. وه به پیچه وانه نه گهر به ره نهجی ئه وه هیزانه ی کار له ته نیک ده کهن بکاته سفر، ئه وه ته نه که له باری هوسهنگیدا ده بیته.

ئیمه له م بهنده دا باسی ئه وه هیزانه ده کهین که له باری هوسهنگی دان و هیله کانی کاریان (دریژکراوه یان) به خالێکدا ده پۆن. به وه هیزانه ی کار له ته نیک ده کهن و هیله کانی کاریان له یه ک خالدا یه کتری ده پۆن ده گوتری هیزه هاوکاره کان (Concurrent Forces).

نه گهر چه ند هیزیک کاریان کرده سهر خالێک وه خاله که هوسهنگ بوو. ئه وه ئه م خاله یان به خیرایی نه گۆر ده جلولیت یان وه ستاو ده بیته. وه به ره نهجی ئه وه هیزانه سفر ده بیته. که واته مهرجی هوسهنگبوونی خالێک کاتیک چه ند هیزیک کاری تیده کات، ئه وه یه که ده بی به ره نهجی ئه وه هیزانه بکاته سفر.

سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته یه کی دیاریکراو کار له خاله که ده کهن. یه کسان بیته به سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته ی پیچه وانه کاری تیده کهن.

مهرجی هوسهنگبوونی خالێک:

(a) سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته ی ته وه ری (+x) کار ده کهن یه کسانه به سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته ی ته وه ری (-x) کار ده کهن.

(b) سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته ی ته وه ری (+y) کار ده کهن یه کسانه به سهرجه می ئه وه هیزانه ی به ئاراسته ی ته وه ری (-y) کار ده کهن.

ئه م مهرجه سوودی لیوه رده گیریت بۆ شیکارکردنی پرسیاره کانی تایبته به هوسهنگی ته نه کان.

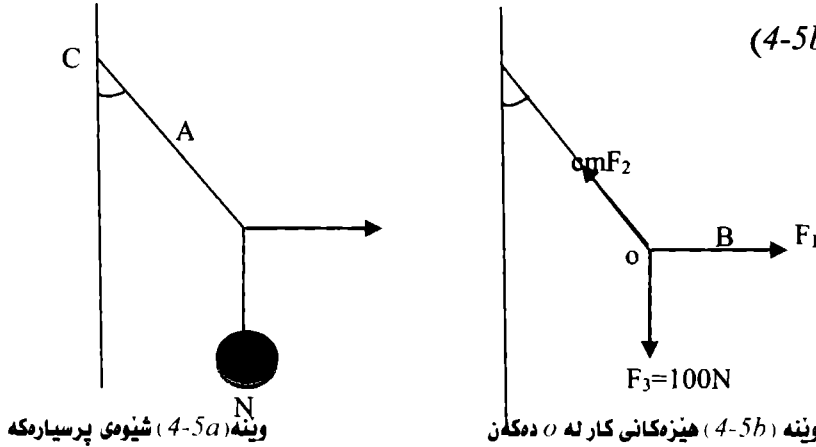
نمونه (2):

تەنیک کیشەکی (100N) ە. بە پەتی A ەلواسراوە، وێنە (4-5 a, b, c) بەهۆی پەتی B بە لایە کدایە ئاسۆیی راکیشرا، بەجۆرێک راکیرکرا کە پەتی A گۆشە 30° لە گەل شاول دروست بکات. گرژی ەریەک لە پەتی B, A بدۆزەو.

شیکار:

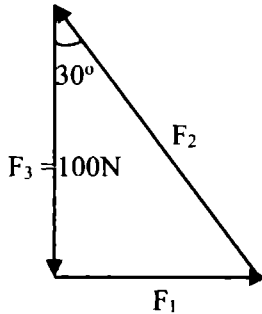
خالی O ەلەدەبژیرین وەك خالێك ھاوسەنگە لە ژێر کاریگەری ئەم سیّ ھێزە. (1) ھیزی راکیشانی پەتی B بەرەو لای راست. (2). F_2 ھیزی راکیشانی پەتی A بە ئاراستەى OC. (3) F_3 کیشی تەنەکە بەرەو خوار $100N =$

وێنە (4-5b)



وێنە (4-5a) شینوی پرسیارکە

وێنە (4-5b) ھێزەکانی کار لە O دەکەن



وێنە (4-5c) چەند لای داخراو

لەبەر ئەوەی خالی O ھاوسەنگە، بەرئەنجامی ئەم سیّ ھێزە سفرە. کاتیك بە وێنە دەیانوینین، یەك لەدوای یەك بەریگای كلك - بۆ - نوک، (بەند 2-2) سیگۆشە یەکی داخراومان دەستدەكەوێت، چونكە بەرئەنجامی ئەم سیّ ھێزە سفرە وێنە (4-5c).

له سینگوښه ی ئاراسته داره کان ده بین.

$$\tan 30^{\circ} = \frac{F_1}{100} = 0.575$$

$$F_1 = 100 \times 0.575 = 57.5N$$

$$\cos 30^{\circ} = \frac{100}{F_2} = 0.86$$

$$F_2 = \frac{100}{0.86} = 115N$$

نهم پرسپاره به ریگایه کی تر شیکار ده کهین، ریگای شیتنه لکردنی هیزه لاره کان بو پیکنه ره ستوون له سره یه که کان، وینه (4-6).

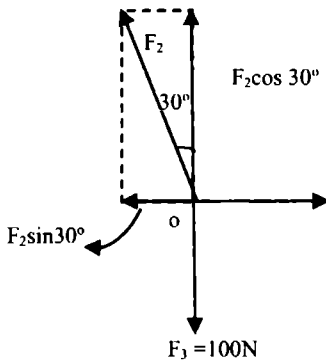
هیزی F_2 بو دوو پیکنه ر شیتنه ل ده کهین، پیکنه ری شاولی $F_2 \cos 30^{\circ}$ ، وه پیکنه ری ئاسویی $F_2 \sin 30^{\circ}$ ، ئینجا سوود له مهرجی هاوسه نگبوونی خالیک وهرده گرین بو دانانی دوو هاوکیښه ی پیکه وهیی.

سهرجه می هیزه کاریگه ره کانی به ره و سر = سهرجه می هیزه کاریگه ره کانی به ره و خوار.

$$F_2 \cos 30^{\circ} = 100 \dots\dots\dots(1)$$

سهرجه می هیزه کاریگه ره کانی به لای راست = سهرجه می هیزه کاریگه ره کانی به لای چه پ.

$$F_1 = F_2 \sin 30^{\circ} \dots\dots\dots(2)$$



له هاوکیښه ی یه که م:

$$100 = F_2 \times 0.86$$

$$F_2 = \frac{100}{0.86} = 115N$$

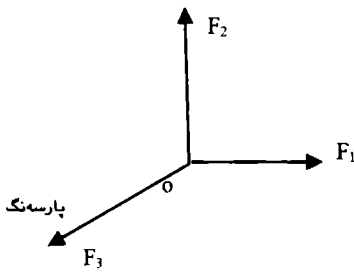
به دانانی (115N) له جیاتی F_2 له هاوکیښه ی دووم

$$F_1 = 115 \times 0.5$$

$$F_1 = 57.5N$$

(4-6) پاسبهنگ Equilibrant

تهگه ر بهرته نجامی چهند هیژیک کی کارکردو له ته نیک سفر نه بیئت، ته نه که هاوسهنگ نابیئت. بیگومان بو ته وهی ته نه که بکه ویتته باری هاوسهنگی ده بی هیژیک کی پارسهنگ کار له ته نه که بکات. پارسهنگیش ته و تاکه هیژه یه، بره که ی یه کسان به بهرته نجامی هیژه کارکردوه کان و ئاراسته که شی پیچه وانه ی ئاراسته ی بهرته نجامه که یه. واته پارسهنگ تاکه هیژیکه به هو ی ته و باری هاوسهنگی دیتته دی. ویتته (4-7).

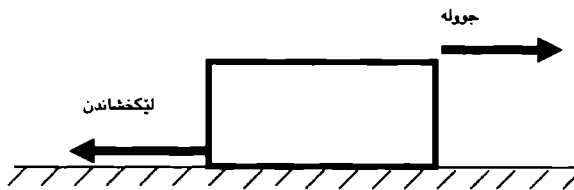


ویتته (4-7)

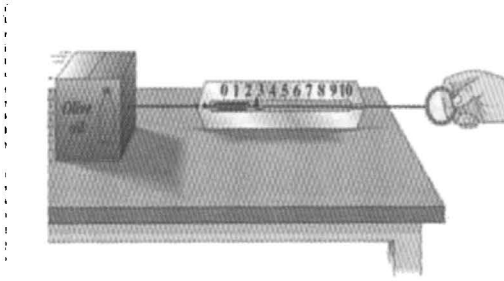
-کاتیک ته نیک له ژیر کاریگه ری چهند هیژیک هاوسهنگ ده بیئت ته و هر تاکه هیژیک له و هیژانه ده بیئتته پارسهنگی بهرته نجامی هه موو هیژه کانی دی.

(4-7) لیكخشاندن Friction

لیكخشاندن: هیژیکه به رهه لستی جووله ی ته ن ده کات، ئاراسته که ی پیچه وانه ی ئاراسته ی جووله یه، شویتته که ی ده که ویتته نیوان رووی ته نه که و ته و رووه ی له سه ری ده خشیت. ویتته (4-8)



ویتته (4-8)



ویننه (4-9)

قه پانی سپرینگدار بۆ پینوانی هیز

له ویننه (4-9) دا، سندوقیک
له سەر رووی میزیککی ئاسۆیی
دانراوه، به هۆی قه پانیکی
سپرینگدار ئاسۆیانه
را ده کیشریت، کاتی که به ره به ره
هیزی راکیشان زیاده

ده کهین، بۆ نمونه له 0 N بۆ 1 N ، بۆ 2 N ، بۆ 3 N ، بری ئهم هیزانهش له
قه پانه که ده خوینینه وه، ده بینین هیزی کارتی که رگه یشتوته 3 N به لام
ته نه که هیشتا ناجوولیت، ئهمهش ئاماژه به ئه وه ده دات که وادیاره هیزیک
ههیه به ره ره لستی جووله ی ته نه که ده کات، بره که ی به کسانه به هیزی
راکیشانه که و ئاراسته که شی پێچه وانه یه تی، به م هیزه ده گوتری هیزی
لیکشانندی جیگیر، (*static friction*) شوینه که شی، ده که ویتته نیوان ئهم
دوو رووه ی به کتری ده لێسنه وه (له به کتری ده خشین). ئیستاککی که میکی تر
هیزی راکیشان زیاده ده کهین، بۆ نمونه، بۆ 4 N ، ده بینین ته نه که به ئهم
هیزه کتوپر ده ست به جووله ده کات، ئهم هیزهش 4 N ، به کسانه به هیزی
لیکشانندی نیوان دوو رووه که له ساتی ده ستپێکردن به جووله، به ئهم بره
هیزه لیکشاننده له ساتی ده ستپێکردن به جووله ده گوتری هیزی
لیکشانندی سه ره تای *static friction*. واته لیکشانندی سه ره تای ئهم هیزه
لیکشاننده به که په یاده بیته له و ساته ی به که له رووه کان ده ست به جووله
ده کات له سه ره ئه ویتریان.

دوای ئه وه ی ته نه که ده جوولیت، ئیمهش به رده وام بین له سه ره راکیشانی
ته نه که به هه مان هیز (4 N)، ده بینین ته نه که خیراییه که ی زیاده ده کات و

تاودان وەرده گریت، بۆ ئه وهی ته نه که به خیراییه کی نه گۆر بپروات پتویسته هیزی راکیشان که م بکهینه وه (که متر له $4N$)، ئه مه ش ئاماژه به ئه وه ده کات که هیزی لیکخشاندن له کاتی جووله به خیراییه کی نه گۆر که متره له هیزی لیکخشاندنی سه ره تایی، به م لیکخشاندنه ی پهیدا ده بیئت له نیوان دوو روو که یه کیکیان به گویره ی ئه وی تر به خیرایی نه گۆر ده جوولیت، ده گوتری خلیسکه لیکخشاندن *Kinetic Friction*، واته خلیسکه لیکخشاندن له نیوان دوو روو په ی داده بیئت کاتیک یه کیکیان له سه ره ئه ویدیان ده خلیسکیت و له باری جووله دا ده بیئت، به خیراییه کی نه گۆر.

خلیسکه لیکخشاندن که متره له سه ره تا لیکخشاندن

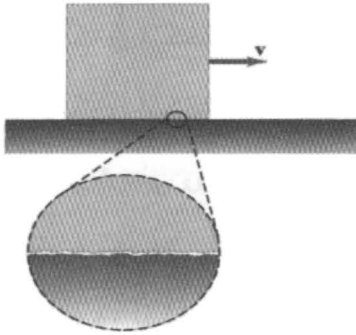
کاتیک هه لمتیک یان ره ورده وه یه که له سه ره روویک گلۆر ده بیته وه، ئه وا هیزی لیکخشاندن له نیوانیاندا روو ده دات، له راستیدا زۆر که متر له ئه وهی که ته نه که له سه ره رووه که ده خلیسکیت، به م لیکخشاندنه ده گوتری لیکخشاندنی به خوول *Rolling Friction* هۆی ئه م جوړه لیکخشاندنه، که میک چالبوونی (تقعر) ئه و رووه یه که هه لمتاه که ی یان ره ورده وه که ی له سه ردا گلۆر ده بیته وه.

(4-8) لیکدانه وهی هۆی په ی دا بوونی لیکخشاندن

تا ئیستا هۆیه کی بیگومان نیه بۆ لیکدانه وهی هۆی لیکخشاندن. به لām زانا کان هه ندی⁶ بیردۆز و رایان پیشنیار کردوه ده رباره ی روونکردنه وهی هۆی لیکخشاندن. له م رایانه:

1- چوونه ناویه کی لووتکه و به رزاییه کانی هه ر یه که له و دوو رووه ی لیکده خشین بۆ ناو چال و نزماییه کانی ئه وی تریان.

له راستیدا هیچ روویک نیه به تهواوی لووس و ساف بیټ، هەرچهنده ههول
 بدریټ بۆ به تهواوهتی لووسکردنی روویک. کاتیڤک به میکروڤسکۆب سهیر
 دهکریټ دهبنین پره له چال و نووکی بهرزی تیژ. له بهر ئهوه لهوانهیه هوی
 لیڤخشانندن ئهوهبیټ که بهرزاییهکان و نووکه تیژهکانی ههریه که له
 دوورهوه که دهچنه ناو نزماییهکان و چالهکانی ئهوی تریان.



بۆیه کاتیڤک روویک له سههر ئهوی
 دی رادهکیشریټ ئه م نووکه
 میکروڤسکۆبیانه ته گهره
 دهخه نه بهر جووله کردن. وینه
 (4-10).

وینه (4-10)

ته نیک له سههر رووی میزیک به لای راست دهجوولیت، نه و دوو رووهی لیکدهخشین، به لایهنی که مهوه به یینی پینوهری
 میکروڤسکۆپی زبرن.

2-هۆیهکی تری لیڤخشانندن، ئهوهیه که ئهتۆمهکانی لووتکه نووک تیژهکانی
 دوو رووه که زۆر له یهکتری نزیك دهبنهوه، چونکه قورسایي ته نه که
 دهکهوینه سههر ئه م نووکه تیژانه که رووبهری گشتیان زۆر که مه له ئه نجامدا
 پهستانیکی زۆر گهوره دهخریته سهریان. بۆیه گهردیلهکانی دوو رووه که وا
 له یهکتر نزیك دهبنهوه، به جۆری هیزی کاره بایی نیوان ئهتۆمهکانی دوو
 رووه که بۆندی کیمایی پیکدههینن، له ئه نجامدا له حیمبوونیکی بچوک
 له نیوان دوو رووه که روودهات، جولاندنی ته نیک له سههر روویک پتویستی به
 هیزیکی راکیشان ههیه بۆ شکاندنی ئه م له حیمبوونه، وه جۆری جولانه که
 ههژانیه (دههژیت)، له بهر شکان و دروستبوونی ئه م بۆنده کیماییانه.

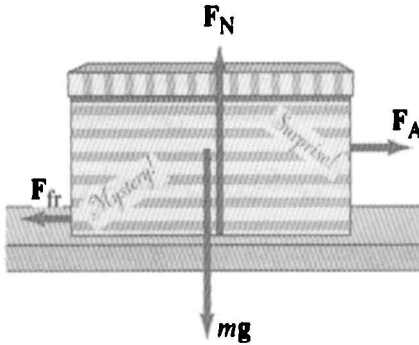
(4-9) یاساگانی لیځځشانندن

۱. هیڙی لیځځشانندن راناوه سستیته سهر روویه ری دوو رووه لیځځشاوه که.
۲. هیڙی لیځځشانندن رادهوه سستیته سهر ئه هیڙه ستونیهی که یه کیک له دوو رووه لیځځشاوه که ده یخاته سهر ئه ویتریان، واته رادهوه سستیته کاردانه وهی ستوونی نیوانیان.
۳. هاوکولکه ی لیځځشانندن له نیوان دوو روو له هه مان ماده زیاتره له هاوکولکه ی لیځځشانندن له نیوان دوو روو له ماده ی جوو دا.
۴. به چه ورکردنی رووه لیځځشاوه کان هیڙی لیځځشانندی نیوانیان که م ده بیټ، ئه مه ش له بهر ئه وه یه، روڼه که، چاله کانی دوو رووه که پر ده کاته وه، لیځځشانندن ده گورپټ له نیوان رهق و رهق بۆ لیځځشانندن له نیوان شل و شل، که ئه مه ش که متره.
۵. هیڙی لیځځشانندن له نیوان دوو روو به نده به سروشتی دوو رووه که، واته زه بر بن یان ساف بن.
۶. هیڙی لیځځشانندن راناوه سستیته سهر خیرایی دوو رووه لیځځشاوه که، له خیراییه ناوه ندییه کاند، واته نه گهر خیرایی زور نه بیټ.

(4-10) هاوکولکه ی لیځځشانندن Coefficient of friction

کاتیځ، ته نیک له جووله دا ده بیټ له سهر روویکی زیر، هیڙی خلیسکه لیځځشانندن به ئاراسته ی پیچه وانه ی خیرایی ته نه که کار ده کات. بری هیڙی خلیسکه لیځځشانندن رادهوه سستیته سهر سروشتی دوو رووه خلیسکاوه که، وه له تاقیکردنه وه کانه وه وا دیارده که ویت که هیڙی لیځځشانندن هه روه ها رادهوه سستیته سهر هیڙی ستوونی (*Normal force*) له نیوان دوو رووه که دا،

ئەمەش ئۇ ھېزە ستونىيە كە ھەرىكەت لە دوو تەنەكە كارى پىدەكەتە سەر ئەويدىان. بېوانە وىنە (4-11).



وینە (4-11)

كاتىك تەنىك بە ھۆى ھىزىكى سە پىنەر (FA) رادەكىشريت، ھىزى لىكخشاندىن Ffr بەرھە ئىستى جوولە دەكەت. بىرى Ffr ھاورىژە دەبىت لەگەل بىرى ھىزى ستونى FN.

كاتىك تەنىك بە خىرايىيەكى رىك لەسەر تەنىكى تر دەجوولیت، ئەوا بە رىژەى نىوان ھىزى لىكخشاندىن بۇ ئۇ ھېزە ستونىيە كە دوو روو كە بە يەكترى

دەپەستىوئىت، دەگوترى ھاوگۆلكەى خلیسكە لىكخشاندىن (Coefficient of kinetic friction).

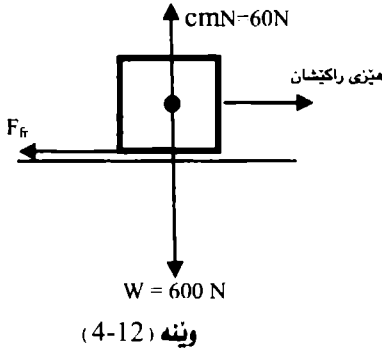
$$\mu_K = \frac{F_{fr}}{F_N} \dots \dots \dots (4-1)$$

لىرەدا (μ_K) ھاوگۆلكەى خلیسكە لىكخشاندىن، F_{fr} ھىزى لىكخشاندىن خلیسكەى، F_N ھىزى ستونى. ھاوگۆلكەى لىكخشاندىن بىرىكى بى يەكەى، چونكە لە رىژەى نىوان دوو بىرى ھەمان يەكەى پىوان دەردەچىت.

ھەروەك باس كرا، لە كاتى بە ئاسۆى راکىشانى تەنىك لەسەر پوویكى ئاسۆى، ھىزە راکىشانەكە بەرھەره زیادەكرىت تا دەگاتە رادەىك تەنەكە دەست بە جوولە دەكەت. ئەم رادە كۆتایىيەى ھىزە راکىشانەكە يەكسانە بە ھىزى لىكخشاندىن سەرەتایى لە نىوان دوو روو كە، ئاراستەكەشى پىچەوانەى ھىزە راکىشەرەكەى.

بەرىژەى نىوان گەرەترین ھىزى لىكخشاندىن لە ساتى دەسپىكرىن بە جوولە بۇ ھىزى ستونى دەگوترى ھاوگۆلكەى لىكخشاندىن سەرەتایى (Coefficient of static friction).

$$\mu_s = \frac{F_{fr(max)}}{N} \dots \dots \dots (4-2)$$



بۆ دوو رووی دیاریکراو، ($\mu_k < u_s$)

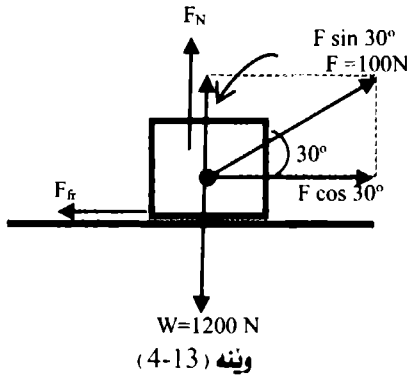
نموونه: میڙیکی ئاسۆیی (60N) به سه
بۆ راکیشانی سندوقیڭ کیشه که ی
(600N) له سه روویکی ئاسۆیی به
خیرایی نه گۆر. ئایا هاوکۆلکه ی خلیسکه
لیکخشاندن چه نده؟

شیکار:

میڙی راکیشان یه کسانه به میڙی لیکخشاندن چونکه ته نه که به خیرایی نه گۆر
ده پوات ($F_{fr}=60N$)

$$\mu_k = \frac{F_{fr}}{F_N} = \frac{60}{600} = 0.1$$

تیببئی: میڙی ستوونی ده کاته به رنه ناجامی پیکنه ره ستوونیه کانی هه موو
ئه و میڙانه ی دوو رووه که به یه که وه ده په ستیوئیت.
نموونه:



سندوقیڭی 1200N، له سه
روویکی ئاسۆی به په تیڭ که
گۆشه ی 30° له گه ل ئاسۆ دروست
ده کات به خیراییه کی نه گۆر
راکیشرا، نه گه ر گرنی په ته که
100 N بیټ، ئایا هاوکۆلکه ی
خلیسکه لیکخشاندن چه نده؟

شیکار: بروانه وینه 4-13

هیزی راکیشان (100N)، شیتل دهکین بۆ پیکنه ری، ئاسۆیی $F \cos$ 30° وه پیکنه ری شاولی $F \sin \theta$. هیزی لیکخشاندن F_{fr} ، یه کسانه به پیکنه ری ئاسۆی:

$$\therefore F_{fr} = F \cos 30 = 100 \times 0.86 = 86N$$

هیزی ستوونی (N) یه کسانه به بهرئه نجامی کیشی ته نه که و پیکنه ری شاولی هیزی راکیشان.

$$F_N = w - F \sin 30$$

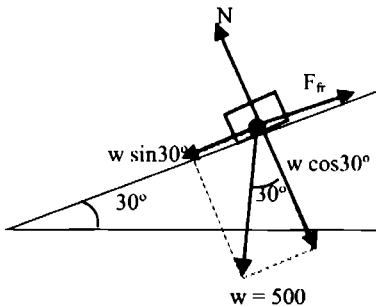
$$F_N = 1200 - 100 \times 0.5 = 1150N$$

$$\mu_s = \frac{F_r}{N} = \frac{86}{1150} = 0.075$$

نموونه :

ته نیک (500N)، له سه ر رووکی لیژ، گوشه ی لیژی (30°) یه، به خیرایی نه گور به ره و خوار ده خلیسکیت، هاوکۆلکه ی لیکخشاندن خلیسکان چه نده؟

شیکار:



وینه (4-14)

کیشی ته نه که، به شاولی به ره و خوار کار له ته نه که دهکات، نه م هیزه شیتل دهکین بۆ دوو پیکنه ر، ته ریب بۆ رووه لیژه که $w \sin \theta$ ، ستوون له سه ر رووه لیژه که $w \cos \theta$.

هیزی ($w \sin \theta$) ده بیته پارسه نگی هیزی لیکخشاندن که ته ریه بۆ رووه که به ره و سه ره وه.

$$F_{fr} = w \sin 30^\circ = 500 \times 0.5 = 250 N$$

کاردانه وه ی ستوونی رووه که بۆ سه ر ته نه که ده بیته هیزی ستوونی (N).

$$N = w \cos 30^\circ = 500 \times 0.86 = 430 N$$

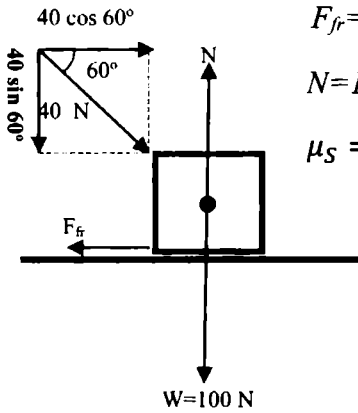
$$\mu_s = \frac{F_{fr}}{N} = \frac{250}{430} = 0.58$$

نمونه :

سندوقیکی 100 N ، له سەر روویکی ئاسویی به خیرایی نه گۆر به هیزی 40 N ، که گوشه ی 60° له گه ل ئاسو دروست ده کات، پالدار. هاوکۆلکه ی خلیسکه لیخشاندن چه نده ؟ وینه (4-16)

شیکار:

هیزی پالدار، بۆ دوو پیکنه ر شـیـته ل ده که یـن، پیکنه ری ئاسوی $40 \cos 60^\circ$ که ده بیته پارسه نگی هیزی لیخشاندن، وه پیکنه ری شاولی $40 \sin 30^\circ$ که له گه ل کیشی ته نه که په ستاو تن له سەر رووه که زیاده کات. هیزی ستونی N ده کاته به رنه نجامی کیشی ته نه که و پیکنه ری شاولی.



$$F_{fr} = 40 \cos 60^\circ = 40 \times 0.5 = 20\text{ N}$$

$$N = 100 + 40 \sin 60^\circ = 100 + 40 \times 0.86 = 134.4\text{ N}$$

$$\mu_s = \frac{F_{fr}}{N} = \frac{20}{134.4} = 0.15$$

وینه (4-16)

(4-11) زهبره کان Torques

تاكو وا له ته نيك بكه يت به ده وری ته وه ریکی دیاریکراو بخولیته وه، ده بی هیزی کار ی تی بکات. ئه مه ش بزانه که ته نها بری هیزه که گرنگ نیه، به لکو ئاراسته ی هیزه که وه له چ شوینیک کار ده کات گرنگن.

بۆ نمونه که ده رگایه که ده که یته وه، کاتی که پال به ده رگا که وه ده نییت، له نزیک ده سکی ده رگا که وه، دابنی به هیزی F ، ده بینی ده رگا که خیراتر ده کریته وه له ئه وه ی به هه مان هیز F ، پالی ده ده یت له نزیک جومگه که یه وه

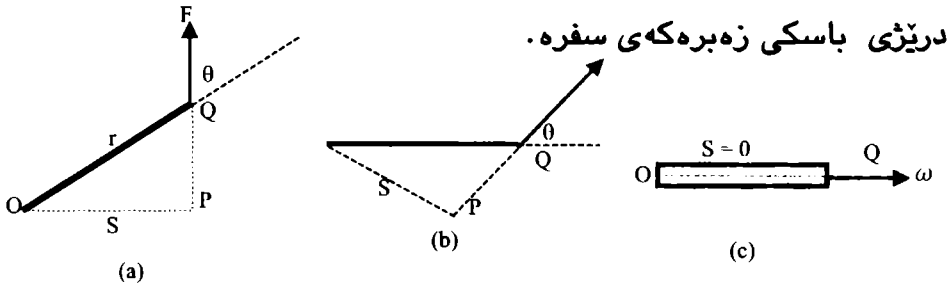
(hinge). (تەوهرى خولدان)، وه هەروەها دەبینیت چەند بېرى ھىزە پالڊەرەكە زیاد بکەیت خىزايى خولانەوہى دەرگاگە زۆر دەبىت، لىرەدا ديار دەکەویت، كە کارىگەرى ھىزىك لەسەر خولاندنەوہى تەنىك تەنھا ناوہستىتە سەر بېرى ھىزەكە، بەلگە دەوہستىتە سەر دوورى ستوونى تەوهرى خولانەوہش لە ھىلى کارى ھىزەكە، (ھىلى کارى ھىزەماناي دريژکراوہى ھىزەكەيە). لىرەدا تىبىنى ئەو دەکەیت كە ھىزى F خواستى ئەوہى ھەيە كە دەرگاگە بە دەورى تەوہرەكەيدا (axis) بخولینیتەوہ، بە پىوہرى بېرى ھەولدانى ھىزىك (خواستى ھىزەكە) بۆ خولاندنەوہى تەنىك بە دەورى تەورىك، دەگوتى زەبر (Torque). بېرى زەبرىش دەوہستىتە سەر بېرى ھىزەكەو دوورى ستوونى لە تەوہرى خولانەوہ بۆ سەر ھىلى کارى ھىزەكە. بە ئەم دوورى ستوونى لە تەوہرى خولانەوہ بۆ ھىلى کارى ھىزەكە دەگوتى باسكى زەبرى ھىزەكە (moment arm of the force). لە وینە (4-17a, b). باسكى زەبرى ھىزى F بە ھىلە خالایەكە (منقط) $S=op$ پيشاندراوہ، op ھىلىكى راستە لە تەوہرى خولانەوہ بە ستوونى كيشراوہ بۆ ھىلى کارى ھىزەكە F .

بېرى زەبرى ھىزىك بە دەورى تەوہرىكى ديارىكراوہا، برىتيە لە ئەنجامى لىكدانى بېرى ھىزەكە F وه باسكى زەبرى ھىزەكە op .

$$\tau = s \times F \dots\dots (4-3)$$

لەم ھاوکیشەدا. S دەبیتە دوورى ستوونى لە تەوہرى خولانەوہ بۆ ھىلى کارى ھىزەكە. وینە (4-17 a, b).

له وینه (c 4-17) دا، هیڅی F توانای ئه وهی نیه که نویله که به دهوړی ته وهره که ی O بخولینیتته وه، واته بری هه ولدانی بؤ خولاندنه وهی نویله که سفره. چونکه هیلی کاری هیڅه که به ته وهری خولاندنه وه دا (O) ده پوات.

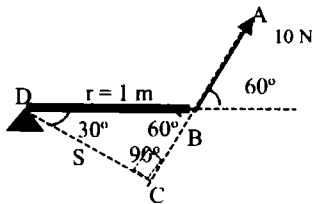


وینه (4-17 a, b, c)

هه رده م ده بیټ ته وهری کی خولدان هه لبرټردریټ، که به دهوړی ئه ودا زه بره کان حسیب ده کریڼ. به های زه بریځ، که هیڅی دیاریکراو په یدای ده کات ده وه سستیته سر ته وهری هه لبرټردراو، به ژیرانه هه لبرټاردنی شوینی ته وهری خولدان، له خالیځدا، که هیڅی بری یا ئاراسته نه زانراوی پیدا ده پوات، شیکارکردنی پرسیاره که ژور ئاسان ده کات، چونکه بری زه بری ئه م هیڅه ده بیټه سفر.

له بهر ئه وهی زه بر ئه نجای لیځدانی لادان و هیڅه، بویه په که ی پیوانی زه بر، په که ی لادان جاران په که ی هیڅه. مه تر — نیوتنه ($m \cdot N$) له نیزامی $mkgs$ دا وه سم. داینه ($cm. dyne$) له نیزامی $c.g.s$ دا. نمونه:

بری زه بری هیڅی $10 N$ بدوڅه وه، که له دوری $1m$ له ته وهری خولدانی نویلیکه وه کارده کات و گوشه ی 60° له گه ل ئاسو دروست ده کات. شیکار (l) بروانه وینه (4-18)



وینه (4-18)

په که م، دوری ستوونی له ته وهری خولدانه وه، D بؤ هیلی کاری هیڅه که ده وڅینه وه.

به دريژكردنه وهی هیلی کاری هیزه كه و كيڅشانی ستوونی DC بۆ سه ر ئه م هیله . ئینجا له سیڅوڅه ی وه ستاو DBC.

$$\sin 60^{\circ} = \frac{DC}{DB}$$

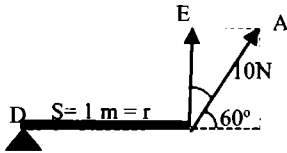
$$DC = DB \sin 60^{\circ} = 1 \times 0.86 = 0.86 \text{ m} = S$$

$$\tau = S \times F$$

$$= 0.86 \times 10 = 0.86 \text{ m.N}$$

شیکار: (2)

هیزی 10 N، بۆ دوو پیکنه ری شاولی $10 \sin 60^{\circ}$ و پیکنه ری ئاسویی 10 $\cos 60^{\circ}$ شیتهل ده کهین.



$$BE = 10 \sin 60^{\circ}$$

$$= 10 \times 0.86 = 8.6 \text{ N}$$

وینه (4-19)

دووری ستوونی ته وه ری خولدان له هیلی کاری $10 \sin 60^{\circ} \text{ N}$ ده کاته 1m، که واته $S = 1 \text{ m}$.

$$\tau = S \times F$$

$$= 1 \times 0.86 = 8.6 \text{ m.N}$$

به لام زه بری پیکنه ر، $10 \cos 60^{\circ} \text{ N}$ به دووری ته وه ری خولدان ده کاته سفر. چونکه دريژی باسکی زه بری ئه م پیکنه ره سفره، دريژكراوه که ی به ته وه ری خولدان D دا ده پوات.

له م نمونه وه، بۆ ئیمه روون ده بیته وه که:

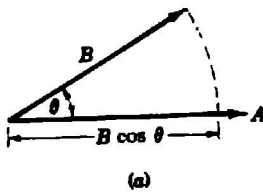
- 1- زه بری هیژیک به ده وه ری ته وه ریك ده کاته سه رجه می زه بری دوو پیکنه ره که ی ئه م هیزه به ده وه ری هه مان ته وه ر.
- 2- سه رجه می زه بری چه ند هیژیک به ده وه ری ته وه ریك ده کاته زه بری به رنه نجامی ئه م هیژانه به ده وه ری هه مان ته وه ر.

(4-12) زهبر بریکی ئاراسته داره

سى جۆره لىكدانى ئاراسته يى ههيه. 1. لىكدانى ئاراسته دار به ژماره يهكى جيگير. 2. لىكدانى دوو ئاراسته دار به شيوازيك، برىكى ژماره يى ده ربجيت، به م جۆره لىكدانه ده گوتري لىكدانى ژماره يى، *Scalar product*، به ند (2-6). 3. لىكدانى دوو ئاراسته دار به جۆريكى وه ها كه ئاراسته دارىكى تر ده ربجيت، به م جۆره لىكدانه ده گوتري لىكدانى ئاراسته يى (*vector product*)، به ند 2-7.

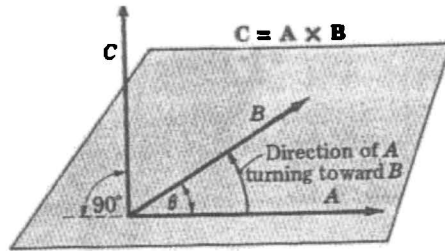
ئاراسته لىكدان له بابته يى زهبره كان په يره وه ده كريت، بۆ به بيرهاتنه وه، له به ندى (2-7) دا، ئه گه ر A, B دوو ئاراسته داربن، ئه وا لىكدانى ئاراسته ييان به م جۆره ده نووسريت. $A \times B$ ، ئه نجامى ئه و لىكدانه ش ئاراسته دارىكى تر ده رده چيت $C = A \times B$ ، برى ژماره يى $C = AB \sin \theta$ ده كاته، ئاراسته دارى C ستوون ده بيت له سه ر ئه و رووته خته يى A, B تىدايه، ئاراسته كه شى به ياساى ده ستى راست ديارى ده كريت. وه گوشه يى θ ده كه ويته نيوان A, B . ويته (4-20)

$$C = A \cdot B$$



(a)

(a) لىكدانى ژماره يى دوو ئاراسته دا

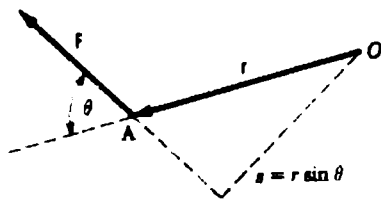


(b)

(b) لىكدانى ئاراسته يى دوو ئاراسته دار

وينه (4-20)

ئىستاكه ده گريينه وه بۆ بابته يى زهبره كان.



وینہ (4-21)

زہبریک ($r \times F$) به ناراستی جوولہی میلی سہ عاتہ .

نہو تیراسایہی نہم زہبرہ دهنوینی ستونہ لہ سہر

رووی لاپہرہکے و بہرہو ناودہیہ تی بپری ژمارہیی

ناراستہیی نہم دوو ناراستہ دہ بیہ . زہبرک ش دہکاتہ $rF \sin \theta$ نیرہدا $s = r \sin \theta$

$$\tau = r \times F$$

بپری ژمارہیی نہ نجامی نہم لیکنانہش دہکاتہ $rF \sin \theta$ به تیراسہیہک دهنوینری، ستونہ لہ سہر رووتہختی F و r وہ به پپی یاسای دہستی راست ناراستہکےی بۆ ناو لاپہرہیہ .

چار پہنجہی دہستی راست جگہ لہ پہنجہی گہورہ لہ r وہ بابدہ بہرہو F ، پہنجہی گہورہ ناراستہی τ دیار دہکات. کہ لہ وینہکەدا بۆ ناو لاپہرہیہکەيہ .

لہبەرئەوہی لہ سنووری نہم بابہتہ، ھەمووئەو ھیزانہی لہ تەنیک کار دہکەن لہ ھەمان رووتہخت دان. بۆیہ تەوہرەکان و ھەر لہبەرئەوہشە، ناراستہی زہبرەکانیش بە یەکتەری تەریب دہبن. بۆیہ بۆ دۆزینہوہی سەرچەمی زہبرەکان بە دەوری تەوہریکی دیاریکراودا ریگای کۆکردنہوہی جەبری بەکار دہھینن. ئەو زہبرانہی خواستی سوپانہوہی تەنیکیان ھەيہ بە ناراستہی پیچەوانہی جوولہی میلی سہ عات، موحەبن، وئەو زہبرانہی خواستی سوپانہوہیان بە ناراستہی جوولہی میلی سہ عات ھەيہ، سالیبن.

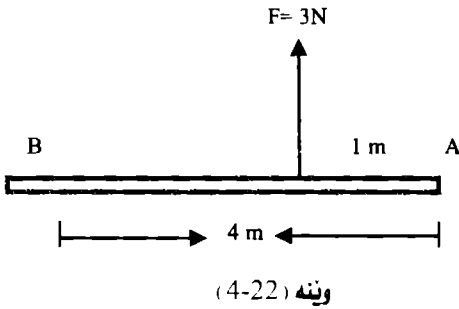
نمونه :

تولیکی سووکی (بیکیش) ئاسۆی، $4m$ درێژه، هێزی $3 N$ به شاولی له دووری $1 m$ له لای راستیهوه به رهو سهر کاری تیدهکات بری زهبری ئهم هیزه به دهوری ههیهك له دوو لایهکەى بدۆزهوه.

شیکار:

له بهر ئهوهی هیزه که ستونه له سهر تووله که، بۆیه باسکی زهبر له سهر درێژی تووله که ده پێوریت.

۱- زهبر به دهوری کوتایی لای راست (A).



$$\tau = r \times F$$

$$\tau = r \times F \times \sin \theta$$

$$\tau = 1 \times 3 \times \sin 90^\circ$$

$$\tau = 3 m.N$$

به ئاراسته ی جووله ی میلی سعات.

۲- زهبر به دهوری کوتایی لای چهپ B

$$\tau = r \times F \times \sin \theta$$

$$= 3 \times 3 \times \sin 90^\circ = 9 m.N$$

به پێچهوانه ی جووله ی میلی سعات.

دهبینیت، ئه و دوو زهبری له لایه ن هه مان هیزه وه دروست ده بییت له بپو ئاراسته دا یه کسانین.

(4-13) دوو مهرجه که ی هاوسه نگبوون:

The Two Conditions For Equilibrium

نیمه له بهندی (4-5) فیږبووین، بۆ ئه وهی تهنیک، کاتیک چهند هیژنیک کاری تیده کات له باری هاوسه نگی بیټ، ده بیټ بهرته نجامی ئه وهیژانه ی کار له تهنه که ده کهن سفر بیټ. ئه مهش پیی ده گوتری مهرجی به که می هاوسه نگبوون.

بۆ تهنی سهرت (*rigid*). سهره پای مهرجی به که م، مهرجی دووهم هیه بۆ هاوسه نگبوون.

سهرجه می هموو زه بره کانی ئه وهیژانه ی کار له تهنه که ده کهن به گویره ی هر ته وه ریکی خولدانی دیاریکراو، ده کاته سفر.

به هاتنه دی مهرجی به که می هاوسه نگبوون، تهنه که یان وه ستاو ده بیټ، یان جولاو ده بیټ به خیراییه کی نه گۆر، به هاتنه دی مهرجی دووهمی هاوسه نگبوون ئه وا تهنه که جووله ی به خولی نابیت، یان به گوشه ی خیرایی نه گۆر ده خولیتته وه.

دوو مهرجه که ی هاوسه نگبوونی ته واو ئه مانه ن:
مهرجی به که م:

کۆی هیژه کان به ئاراسته ی (+x) = کۆی هیژه کان به ئاراسته ی (-x) کۆی
هیژه کان به ئاراسته ی (+y) = کۆی هیژه کان به ئاراسته ی (-y).

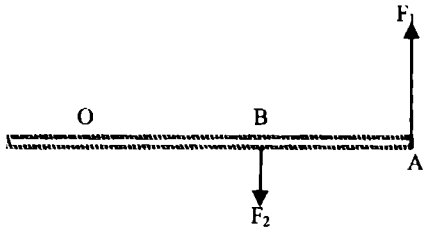
مهرجی دووهم:

کۆی زه بره کان به ئاراسته ی جووله ی میلی سعات = کۆی زه بره کان به
ئاراسته ی پیچه وانه ی جووله ی میلی سعات.

تیبنی: ئه گهر سی هیژ له روته ختیکدا کار له تهنیک بکه ن، تهنه کهش هاوسه نگی ته واو بیټ. ئه وا هیلی کاری ئه م هیژانه له خالیکیدا به یه که ده کهن.

(4-14) جووٽهك Couple

به گشتی سه پاندنی یهك هیژ یان زیاتر، ده بیټه هؤی روودانی گوازه جووله (translation motion) و خوله جووله (rotational motion) له ته نیکدا. بیجگه له مهش، حاله تیکی دی هیه، تیایدا نه گهر تاکه هیژیک کار له ته نیک بکات و هیلی کاری هیژه کesh به چه قی قورسایی ته نه که دابروات، نه و ته نه که جووله ی به خول ناکات، حاله تیکی تری تایبه تی هیه، نه گهر دوو هیژ، یه کسان به برپو پیچه وانه به ئاراسته و له سهر هه مان هیلی کار نه بن، به سهر ته نیک سه پیتران، وینه (4-22)، له حاله ته دا گوازه جووله روونادات، به لام زه بریک کار له ته نه که ده کات، وا ده کات جووله ی به خولی لی روویدات. به جووٽیک هیژ کار له ته نیک بکه، یه کسان بن به برپو پیچه وانه بن به ئاراسته و له سهر هه مان هیلی کار نه بن، ده گوتری جووٽهك couple،



وینه (4-22)

برپي نه و زه بره ی له جووٽه کیکه وه په یدا ده بیټ، یه کسانه به نه نجامی لیکدانی یه کیک له دوو هیژه که جارن دووری ستوونی نیوانیان. وه ناوه ستیته سهر شوینی ته وه ری خولدان.

ئیسټاکه، برپي زه بری نه و جووٽه که ده رده هیټین به ده وری ته وه ری O که له وینه (4-22) پیشاندره وه.

نه و زه بره ی هیژي F_1 په یدای ده کات، ده کاته $(OA \times F_1)$ ، وه نه وه ی F_2 ، ده کاته $-(OB \times F_2)$ ، له بهر نه وه ی $F_1 = F_2 = F$ ، نه و سهرجه می دوو زه بره که ده کاته:

$$\begin{aligned}\tau &= OA \times F - OB \times F \\ &= (OA - OB) \times F = AB \times F\end{aligned}$$

له مه وه، ده بینیت که برپي نه و زه بره ی له لایه ن جووٽه کیکه وه په یدا ده بیټ ده کاته نه نجامی لیکدانی یه کیک له دوو هیژه که جارن دووری ستوونی نیوانیان وه ناوه ستیته سهر شوینی ته وه ری خولدان.

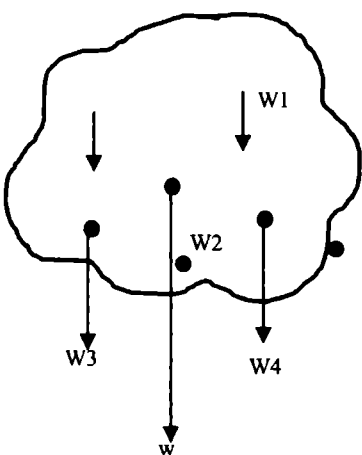
ناتوانریت جووتەك بە تاكە ھیزك ھاوسەنگ بکریت، بەلام تەنھا بە سەپاندنی جووتەکیکی تری یەکسان بە بر پېچەوانە بە ئاراستە ھاوسەنگ دەبیّت.

لە ژبانی رۆژانەماندا نمونە ی جووتەك زۆرن، وەك لەکاتی کردنەو و داخستنی شیرە ی (Tip) بۆری ئاو، یان ئو و جووتەکە ی کار لە دەرنی موگناتیس ی دەکات، لەناو بواری موگناتیس ی زەویدا. وە یان ئو و جووتەکە ی کار لە کۆیلی مۆتۆری کارەبایی دەکات....

(4-15) چەقی قورسای ی و چەقی بارستە

Center of gravity ; center of mass

ناسراوترین ھیز، کار لە تەنیک بکات، کیشەکە یەتی (کیش = weight). کیشی تەن بریت یە لە ھیزی کیشکردنی زەوی gravity بۆ سەرتەنەکە. کیش ھیزە وەك ھیزەکانی دی، بەلام ئاراستەکە ی ھەردەم بە شاولی بەرەو خوارە، ھەر تەنیک لە ژمارەکی زۆر لە تەنلەکە ی بچوک پیکدیت، ئەم تەنلەکانە لە ژیر کاریگەری کیشکردنی زەوی بە ھیزی تەریب بە یەکتەری بە شاولی بەرەو خوار، کاریان تیدەکریّت.



وینە (4-23a)

سەرچەمی کیشی تەنلەکان دەکاتە کیشی تەنەکە.

وینە (4-23a)، ھەر وەك گوتمان ئەم ھیزە

کیشکردنە ی زەوی بۆ تەنلەکان،

دەبیّتە کیشی تەنلەکان،

سەرچەمی کیشەکانی تەنلەکانی

تەنیک دەکاتە کیشی تەنەکە.

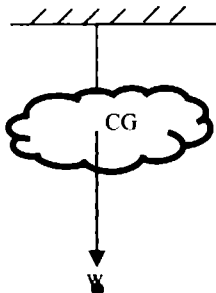
ئەگەر کیشی تەنەکە w بیّت، کیشی تەنلەکانی

تەنەکە ی لی پیکھاتووہ .. w_1, w_2, w_3, w_4

بیّت. ئەوا:

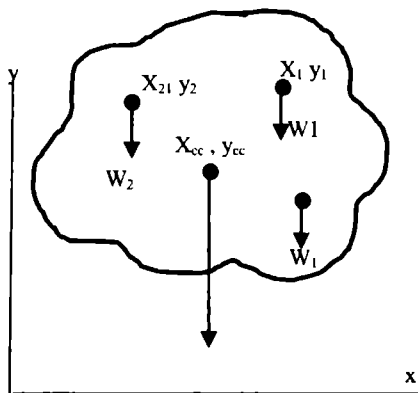
$$w = w_1 + w_2 + w_3 + \dots$$

شيئوہی تہ نہ کہ ہر چؤنیک بیٹ، ناریکیش بیٹ، خالیک ہیہ بہرئہ نجامی کیشی ہموو تہ تۆلکہ کانئ تہ نہ کہی پیدادہ پروات. بہم خالہ دہ گوترئ چہ قی قورسای *Center of gravity (CG)* تہ نہ کہ. کہ واتہ چہ قی قورسای تہ نیک: **ئو خالہ یہ، ہر دہ لئی کیشی ہموو تہ نہ کہی تیدا کوبؤتہ وہ. نہ کہر**



وینہ (4-23b)

تہ نیک بہ پتیکہ وہ ہلؤاسریت دوی ئوہی دہ سہ کنیت، دریزکراوہی پتہ کہ بہ چہ قہ قورساویہ کہی دادہ پروات. وہ تہ نہ کہش ہاوسہنگ دہ بیٹ. وینہی (4-23b). چہ قی قورسای تہ نیک ئو خالہ یہ کہ دہ بیٹ سہ رجہ می ہموو ئو زہبرانہی کیشہ کانئ تہ تۆلکہ کانئ تہ نہ کہ پیدایدہ گن بہ دہوری تہ وهریکی ئاسوی تیپہرپوو بہ چہ قی قورسای، یہ کسان بیٹ بہ سفر. یان سہ رجہ می ئو زہبرانہی کیشہ کانئ تہ تۆلکہ کانئ تہ نہ کہی لیپیکہاتووہ، پیدادہ گن، بہ دہوری ہر تہ وهریک، یہ کسانہ بہ زہبری کیشی تہ نہ کہ w بہ دہوری ہمان تہ وەر.



وینہ (4-23c)

لہ وینہ (4-23c)، تہ نیک کیشہ کہی پؤوتانی خالی $x_{CG}, y_{CG}, (w)$ چہ قی قورسای تہ نہ کہ یہ، وہ $.... (x_3, y_3), (x_2, y_2), (x_1, y_1)$

پؤوتانی تہ تۆلکہ کانئ تہ نہ کہ یہ کہ کیشہ کانئان $.... w_3, w_2, w_1$ سہ رجہ می زہبری کیشی تہ تۆلکہ کانئ تہ نہ کہ بہ دہوری y یہ کسانہ بہ زہبری کیشی تہ نہ کہ w بہ دہوری ہمان تہ وەر.

$$\begin{aligned}
 Wx_{CG} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + \dots \\
 x_{CG} &= \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots} \dots \dots \dots (4-4)
 \end{aligned}$$

وہ سہرجمی زہبری کیٹشی تہنلکھکانی تہنہ کہ بہدہوری تہوہری x بہکسانہ بہ زہبری کیٹشی تہنہ کہ w بہ دہوری ہمان تہوہر.

$$\begin{aligned}
 wy_{CG} &= w_1y_1 + w_2y_2 + w_3y_3 + \dots \\
 y_{CG} &= \frac{w_1y_1 + w_2y_2 + w_3y_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots} \dots \dots \dots (4-5)
 \end{aligned}$$

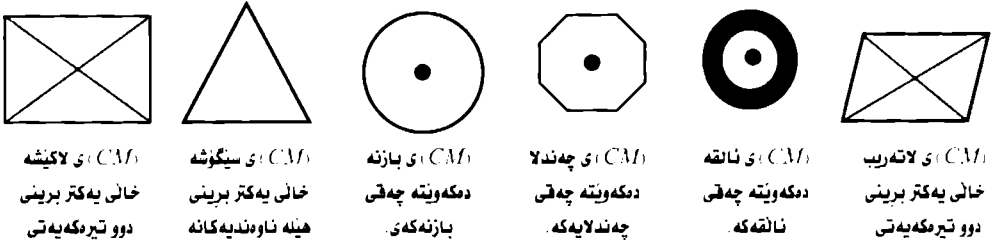
ہرہوک لہ بہندی (1-1) روون کراوہتہوہ، بارستہی تہن پٹوہری ہری تہو ماددہیہ لہ تہنہکہ داہیہ، بارستہی تہن ہریکی ژمارییہ (scalar)، چہقی بارستہی تہنیک center of mass (CM) خالیکہ وا تئیدہگہیت کہ ہمور بارستہی تہنہکی تئیدا کوبوتہوہ. بہ وتہیہکی تر، چہقی بارستہی تہنیک خالیکہ، تہگہر رووتہختیکی پئداتئپہرہیت، تہوا سہرجمی تہنجامہکانی لیکدانی بارستہکانی تہو تہنلکانہی تہنہکیان پیک ہیناوہ جاران دووریہ ستوونیہکانیان لہ رووتہختہکہوہ، دہکاتہ سفر. (سہرجمی زہبری بارستہکانیان دہکاتہ سفر). لہبہر تہوہی $w = mg$. (تہم پہیوہندیہ لہنیوان کیٹش و بارستہ لہ ہشی داہاتوو باسی دہکہین). کہواتہ بہ دانانی m_1y, m_2y, m_3y, \dots لہ جیاتی w_1, w_2, w_3 لہ ہاوکیٹشیہی 4، 5، 6، تہوا:

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \dots \dots \dots (4-6)$$

$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} \dots \dots \dots (4-7)$$

(y_{CM}, x_{CM})، دہہیتہ پٹو تانی چہقی بارستہی تہنہ کہ. کہ ہمان چہقی قورسایہ کہیہتی، CG و CM دہکہونہ سہریہک.

له وینه (4-23d) دا چەقی بارستەى هەندى تەبەقى جونیەکی شیوه ئەندازەیی ریک پیشاندراوه، چەقی بارستەى ئەم تەبەقانه هەمان چەقی ئەندازەییانه.



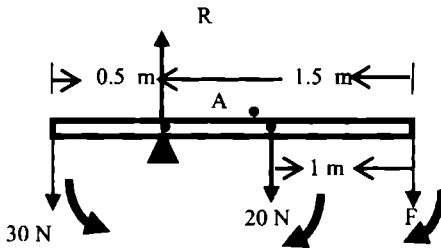
(CM) ی لایەریب خالی یەکتەر برینی دوو تیرەکە یەتی
(CM) ی ناڵقە دەکەوینتە چەقی ناڵقە
(CM) ی چەندلا دەکەوینتە چەقی چەندلا یەکە
(CM) ی بازە دەکەوینتە چەقی بازە کە
(CM) ی سیگۆشە خالی یەکتەر برینی هیلە ناوەندیە کانه
(CM) ی لاکیشە خالی یەکتەر برینی دوو تیرەکە یەتی

وینه (4-23d)

هێلی ناوەند: ئەو راستە هێلە یە لە سەری سیگۆشە وە بۆ ناوە پاستی لای بەرامبەری وینه دەکریت. وینه (4-23d).
نموونه:

تولیکی ریک، 2 m درێژە، کیشە کە ی (20 N) O، لە سەر راگریک دانراوه، (0.5 m) لە کۆتایی لای چەپی وە دوورە، ئەگەر کیشی 30 N لە کۆتایی لای چەپ هەلبواسریت، ئایا بە چ هیزیک پیویستە، کۆتایی لای راست رابکیشریت بۆ ئەو ی توولە کە بە ئاسۆیی هاوسەنگ بیت، بە چ هیزیک راگرە کە بەرە و سەر پال بە توولە کە وە دەنیت؟ وینه (4-24)

شیکار:



وینه (4-24)

هیزەکانی کار لە توولە کە دەکەن،

له وینه (4-24) نمایش کراوه.

هیزی R پالدا نی راگرە کە یە بۆ توولە کە

بەرە و سەر، وە هیزی F نەزانراوه، بەرە و

خوار کار لە کۆتایی لای راستی توولە کە دەکات. بە پێی مەرجی یە کە می هاوسەنگ بوون.

سەرجه می هیزە کارکردوو مکان بەرە و سەر = سەرجه می هیزە کارکردوو مکان بەرە و خوار

$$R = 30 + 20 + F \dots\dots\dots 1$$

هاوکیښه ی (I) دوو نه زانراوی تیدایه، ناتوانریت شیکار بکړیت پټوېسته
 مه رچی دووهمی هاوسه نگیبون بۆ دانانی هاوکیښه ی دووهم به کاربهنین.
 بۆ به کارهینانی مه رچی دووهم. به کهم شت ته ویه که ته ورپکی خولدان بۆ
 حسیبکردنی زهبره کان به ده وریدا هه لېژیرین. ئینجا ناراسته ی زهبری هر
 هیژیک به هو ی یاسای دهستی راست دیاری بکهین. وینه (4-24)
 به ورگرتنی ته وری خولدان له A .
 سه رجه می زهبره خولینه رکان به ناراسته ی جووله ی میلی سعات = سه رجه می زهبره خولینه رکان به
 ناراسته ی پیچه وانه ی جووله ی میلی سعات.

$$F \times 1.5 + 20 \times 0.5 = 30 \times 0.5 \dots (2)$$

$$F = 3.3 \text{ N}$$

به دانانی 3.3 N له جیاتی F له هاوکیښه ی (I) دا:

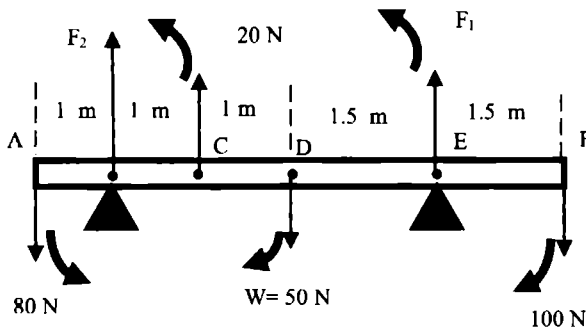
$$R = 30 + 20 + 3.3 = 53.3 \text{ N}$$

هیژی R ، زهبر به ده وری ته وری A پهیدا ناکات، چونکه هیله کاره که ی به
 خالی A دا ده پوات.

نمونه:

توولی وینه (4-25) ریکه، له سه ر دوو هه لگر E و B دانراوه. له ژیر کاریگری
 نه و هیژانه ی ئاماژه یان پی کراوه هاوسه نکه. ئهم دوو هیژه F_1 و F_2
 بدۆزه وه. که دوو هه لگره که کاری پی ده که نه سه ر تووله که. کیښی تووله که
 (50 N) هو دریژییه که ی (6 m) ه.

شیکار:



وینہ (4-25)

له بهر نه وهی تووله که

ریکه، چه قی قورسای له

ناوه راستیدایه. دابنې

F_2, F_1 نه و دوو هیزن که

هه ریه که له هه لگری E, B

به ره و سه ر به شاولی کاری پی ده که نه

سه ر تووله که.

به کارهینانی مه رچی به که می هاوسه نگبون

سه رجه می هیزه کارکردو مکان به ره و سه ر = سه رجه می هیزه کارکردو مکان به ره و خو.

$$F_1 + F_2 + 20 = 80 + 50 + 100$$

$$F_1 + F_2 = 210 \dots\dots\dots (1)$$

بو به کارهینانی مه رچی دوو هم، ده بی ته وهریکی خولدان دیاری بکه یت.

ئینجا ئاراسته ی زه بری هر هیژنک به هو ی یاسایی دهستی پاست ئاشکرا

بکه یت - چاک وایه ته وهری خولدان له خالی کدا هه لبرین که هیلی کاری

یه کیک له هیزه نه زانراوه کانی پیدا ده پوات، دابنې ته وری خولدا له خالی B

بی یت، چونکه هیژی (F_2) ی نه زانراو کار له م خاله ده کات. ئاراسته ی

زه بره کان له وینہ (4-25) پیشان دراو.

سه رجه می زه بر مکان به ئاراسته ی جولہ ی میلی سات = سه رجه می زه بر مکان به پنجه وانه ی ئاراسته ی جولہ ی میلی سات

$$100 \times 5 + 50 \times 2 = 80 \times 1 + F_1 \times 3.5 + 20 \times 1$$

$$F_1 = 143 \text{ N}$$

به دانانی 143 له جیاتی F_1 له هاوکیشه ی به که م.

$$143 + F_2 = 210$$

$$F_2 = 67 \text{ N}$$

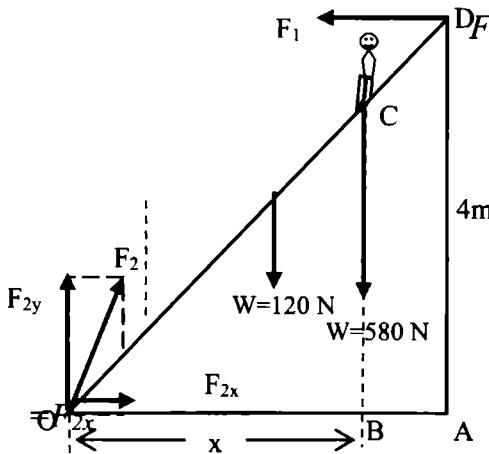
نمونہ :

پہیڑہک، 5 m دريژہ، پاليداوہ بہ ديوارک لہ خاليکدا، 4 m لہ روي زهويهوہ بهرزه. ويٲه (4-26). په يژہکے چؤنيهکے، کيٲشـهکے ي (120 N)، ديوارهکے بيٲليکخشاندينه (به لام زهويهکے نهء). پياويک کيٲشهکے ي 580 N سهر نه م په يژہ دهکے ويٲ، نه گهر هاوکؤلکے ي ليکخشاندينه سهره تايي لہ نيوان په يژہکے و زهوي $\mu_s = 0.4$) a) نه و دوو هيژہ چهندين که هريهک لہ ديوارهکے و زهويهکے کاري پي دهکے نه سهر په يژہکے ؟ b) ثايا تا چ بهرزه يهک، نه م پياوه، ده توانيت سهر په يژہکے بکه ويٲ بي نه و هي په يژہکے بخريت؟

شيکار :

نه و هيژانه ي کار لہ په يژہکے دهکے لہ ويٲه (4-26) پيشانديرون.
ديوارهکے به هيژي F_1 کار لہ په يژہکے دهکات، F_1 ده بيٲ ستون بيٲ لہ سهر ديوارهکے چونکه بيٲليکخشاندينه. زهوي به هيژي F_2 کار لہ په يژہکے دهکات، پيکنه ره ئاسوييهکے ي F_{2x} وه پيکنه ره شاوليهکے ي F_{2y} ه.
به کارهيٲناني مهرجي يهکے مي هاوسهنگبون.

سهرجه مي نه و هيژانه ي بهر سهر کار دهکے ن = سهرجه مي نه و هيژانه ي بهر مو خوار کار دهکے ن



وينهي (4-26)

هيژي 700 N دهکاته نه و هيژہ

ستونييه ي زهوي کاري پيٲدهکاته
سهر په يژہکے.

$$F_{fr} = \mu_s \times N$$

$$= 0.4 \times 700 = 280 \text{ N}$$

سەرجهمی ئەو ھێزێکی بە لای راست = سەرجهمی ئەو ھێزێکی بە لای چەپ

$$F_1 = F_{2x} = 280 \text{ N}$$

بە ھەرگرتنی تەوھری خولدان لە بنەکە ی پە یژەکە .

سەرجهمی زەبرەکان بە ئاراستەی جوولە ی م . س = سەرجهمی زەبرەکان بە ئاراستەی پێچەوانە ی جوولە م . س .

$$F_1 \times 4 = 120 \times 1.5 + 580 \times x$$

$$280 \times 4 = 180 + 580 x$$

$$x = \frac{940}{580} = 1.62 \text{ m}$$

$$\tan \theta = \frac{F_{2y}}{F_{2x}} = \frac{700}{120} = 5.8$$

$$\theta \approx 80.30^\circ$$

F_2 گۆشە ی 80.3° لە گەڵ زەو ی دروست دەکات

$$\begin{aligned} F_2 &= \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} \\ &= \sqrt{(280)^2 + (700)^2} \\ &= 754 \text{ N} \end{aligned}$$

بۆ دۆزینەو ی بە رزی پیاوھە کە لە رووی زەو یەو ە .

$$\begin{aligned} \frac{DA}{OA} &= \frac{CB}{OB} \\ \frac{4}{3} &= \frac{CB}{1.62} \end{aligned}$$

$$CB = 2.16 \text{ m} \quad \text{بە رزی پیاوھە کە}$$

نموونە: دەرگایە ک، 2.3 m بە رزەو 1.3 m پانە، کێشەکە ی (128 N) ە .

جومگە یە ک 0.4 m لە سەرەو ی دەرگاکە ئەویدیان 0.4 m لە بنەو ی

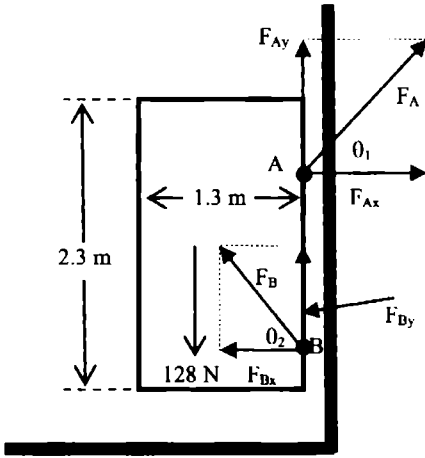
دەرگاکە دوورن . وێنە (4-27) ھەر جومگە یە ک نیو ی کێشی دەرگاکە ی

ھە لگرتوو ە، دابنێ چە قی قورسای دەرگاکە لە چە قی ئەندازە ییە تی بڕ و

ئاراستە ی ئەو ھێزە ی ھە ر یە ک لە دوو جومگە کە کاری پێ دەکە نە سەر

دەرگاکە چە ندە .

شیکار:



دهرگاکه، لاکیشه یه، چقی قورسایی
دهکویته خالی یه کتر برینی دوو
تیره کی. ئەم دوو هیزه ی کار له
دهرگاکه دهکهن F_A ، F_B ، پیکنه ری
ناسویی و شاولی هه ریه کیان له وینه
(4-27) پیشاندراوه.

وینه (4-27)

له بهر ئەوهی هه ریه ک له دوو جومگه که نیوهی کینشی دهرگاکی هه لکرتوه
مه رجی یه که می هاوسه نگبون به کارده هینین.

$$F_{Ay} + F_{By} = 128 \dots\dots\dots l$$

$$F_{Ay} = F_{By} \quad \text{به لام}$$

$$\therefore F_{Ay} = F_{By} = \frac{128}{2} = 64 \text{ N}$$

مه رجی دووه می هاوسه نگبون به کارده هینین. به وه رگرتنی ته وری خولدان
به ده وری B.

$$F_{Ax} \times 1.5 = 128 \times 0.65$$

$$F_{Ax} = 55.46 \text{ N}$$

سه رجه می هیزه کارکردو مکان به لای راست - سه رجه می هیزه کارکردو مکان به لای چپ

$$F_{Ax} = F_{Bx} = 55.46 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} F_A &= \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} \\ &= \sqrt{(55.46)^2 + (64)^2} \\ &= 84.7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_A = F_B = 84.7 \text{ N}$$

$$\tan \theta_1 = \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \frac{64}{55.46} = 1.15$$

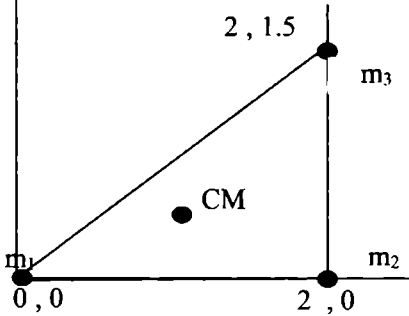
$$\theta_1 = 49^\circ = \theta_2$$

نمونه:

سى تەن، بارستەى ھەريەكيان (2.5 Kg) ە. ئەمانە لەسەرەكانى سىگۆشەيەكى وەستاو دانراون. دوولا وەستاو ەكەى 2 m ، 1.5 m درېژن.

وینە (4-28)، شوینی چەقى بارستەيان لە کویە؟

شیکار:



وینەى (4-28)

تەوەرەكانى x و y بە جۆرێك ھەلدەبژێرین كە m_1 بكەوێتە خالى بنەرەت. وینە (4-28) بەم پێیە پۆ و تەنى سى تەنەكە بەم جۆرە دەبیئت $(0,0)$, $(2,0)$, $(2,1.5)$.

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{CM} = \frac{2.5 \times 0 + 2.5 \times 2 + 2.5 \times 2}{2.5 + 2.5 + 2.5}$$

$$x_{CM} = \frac{10}{7.5} = 1.33 \text{ m}$$

$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$y_{CM} = \frac{2.5 \times 0 + 2.5 \times 0 + 2.5 \times 1.5}{2.5 + 2.5 + 2.5}$$

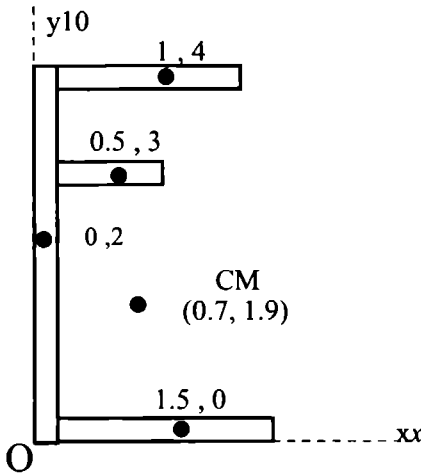
$$y_{CM} = \frac{3.75}{7.5} = 0.5 \text{ m}$$

كەواتە پۆو تەنى چەقى بارستە $(1.33 \text{ m}, 0.5 \text{ m})$

تیبىنى: بېرى ژمارەيى CM_x , CM_y بەندە بە كام تەن بۆ خالى بنەرەت ھەلدەبژێردریت. بەلام شوینی فیزیایى CM جیگیرە.

نمونه: پیتیكى E گەرە، لە شیشیكى چۆنەك دروست كراوە، چرە درێژى (20 kg/m) ە، دوریەكان، (dimensions) بەم جۆرەيە. باسكەكانى بنەرەو ناوەرەست و سەرەو، 2 m , 1 m , 3 m یەك لەدواى یەك، درێژى باسكە

شاوولیه که ی (4 m) ه. باسکی ناوه راست 1 m له ژیره وهی باسکی سه ره وهیه.



وینه (2-29)

چه قی بارسته ی نه م پیتته بدۆزه وه.

شیکار: له بهر نه وهی بارسته ی هر

مه ترێك له شیشه که (20 kg) ه که واته

بارسته ی باسکه کانی بنه وه،

ناوه راست، سه ره وه،

شاوولی ده بیته

دوای یه ک 80 kg , 40 kg, 20 kg, 60 kg یه ک له

دوای یه ک. نه گهر خالی بنه پته دوو.

ته وه ره که x, y له o دابنریت. نه و پۆو تانی چه قی بارسته ی باسکی بنه وه،

باسکی ناوه راست، باسکی سه ره وه، باسکی شاوولی ده بیته

(0,2), (1,4), (0.5, 3), (1.5, 0) یه ک له دوای یه ک.

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{CM} = \frac{60 \times 1.5 + 80 \times 0 + 20 \times 0.5 + 40 \times 1}{60 + 80 + 20 + 40}$$

$$x_{CM} = 0.7 \text{ m}$$

$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$

$$y_{CM} = \frac{60 \times 0 + 80 \times 2 + 20 \times 3 + 40 \times 4}{60 + 80 + 20 + 40}$$

$$y_{CM} = 1.9 \text{ m}$$

که واته پۆو تانی چه قی بارسته ی پیتته که (0.7, 1.9). واته چه قی بارسته

ده که ویتته لای راستی باسکه شاوولیه که، به دوری 0.7 m وه سه رووی

باسکی بنه وه به دوری 1.9 m.

پرسیار و راہینان

پ ۱: چی واده کات، تهنیکی وه ستاو بجوولیتیت، یان گۆران له جوولهی

ته نه که پهیدا بکات؟

پ ۲: دوو هیژ، $40 N$, $50 N$ ، کار له تهنیک دهکن، گه ورهترین و بجووکترین

به رئه نجامی ئەم دوو هیژه چهنده؟

پ ۳: به رئه نجامی ئەو هیژانهی کار له تهنیکی رویشتوو به خیرایی نه گۆر

دهکن، چهنده؟

پ ۴: پینچ هیژی برو ئاراسته زانراو کاریان له تهنیک کرد ئەم هیژانه به ریگای

نووک - بۆ - کلک یهک له دواى یهک به وینه نوینران. له ئەنجامدا پینچ لایهکی

داخراو دروست بوو. ئەمه چی دهگهیهنیت به گویرهی به رئه نجامی ئەو

هیژانه؟

پ ۵: ئافرهتیک، له سههر زهویهکی ئاسویی، گالیسکهی منداله کهی

را ده کیشیت، هه موو ئەو هیژانهی کار له گالیسکه که دهکن به وینه دیاری

بکه.

پ ۶: هیژیکی بر دیاریکراو، چۆن زهبره کهی زیاد دهکریت؟

پ ۷: ئەو دوو مه رجی هاوسه نگبوونی ته واوی تهنیک چین؟

پ ۸: ده تهویت یارمهتی ئەسپیک بدهی له راکیشانی گالیسکه چه قیوه کهی له

ناو قوردا، له کوئی پیچکه یهکی گالیسکه که، هیژیک دهسه پینیت بۆ ئەوهی

گه ورهترین کاریگه ری هه بیت؟

پ ۹: ئەم قسه یه بۆ ئەرخه میدس ده گه پیته وه. ((شوینیکم پیتده له سهری

بوهستم، ئینجا ده توانم زهوی به رزبکه مه وه)). چۆن بیر له م گوفته

دەكەيتەو، چ ئامىر ئامادە دەكەيت بۆ ئەوۋى بتوانى ئەم تاقىكرىنەو
گەردوونىيە ئەنجام بەدەيت؟

پ۱۰: چۆن جووتەك ھاوسەنگ دەكرىت؟

پ۱۱: ئەگەر سەرجه مى ئەوزەبرانى كار لە تەنىك دەكەن بە دەورى
تەوهرى ۰. بكا تە سفر. ئايا ھەر دەكاتەوۋە سفر ئەگەر بە دەورى ۰' حسیب
بكرىت؟

پ۱۲: ھەندى جار، پال بە سندوقىكەوۋە دەنىيت، بەلام ناجوولیت، بۆچى؟

پ۱۳: ھۆیەكانى لىكخشاندىن چىن؟

پ۱۴: بۆ لىكخشاندىن لە نىوان دوو روو بە چەوركردن كەم دەبىتەو؟

پ۱۵: بە دەستت، خشتىك بە دیوارىك پالده دەیت، بۆچى خشتەكە ناكەویت.
ھەرچەندە ھىچ ھىزىكى ئاشكرا نىيە بەرەو سەر كارى تىبكات؟

پ۱۶: ر

پ۱۷: روونى بكەوۋە، چۆن بە بەكارھىنانى شاولى بەننا، چەقى قورسايى
تەبەقىكى چۆنىەك دیارى دەكەيت؟

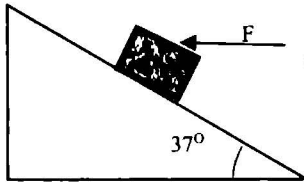
پ۱۸: ئايا ھەموو دەم چەقى قورسايى تەنىكى سەرت دەكەویتە ناوۋەوۋى
تەنەكە.

پ۱۹: چەقى قورسايى تەنىكى شىوۋە ئالقه لە چ شۆینىكە؟ وەلامەكەت روون
بكەوۋە.

پ۲۰: بەرئەنجامى دوو ھىزى ستوون لەسەرىك (100 N) ە، يەككىيان (60
N) ە. بپى ئەویدیان چەندە؟ ئاراستەى بەرئەنجامەكەش دیارىبكە.

وەلام / 80 N , 37°

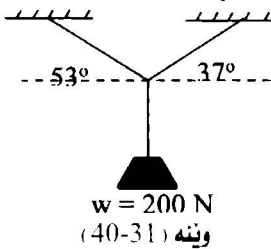
پ۲۱: صندوقك كيشه كى (500 N) ه، له سهر روويكى ليژى ساف (بيليكخشاندن) دانراوه. دوو پيكنه ره كى كيشى صندوقه كه، ته ريب به رووه كه و ستون له سهر رووه كه چهن دن؟ نه گهر گوشه لارى رووه ليژه كه 37° بيت. وه لام: 400 N, 300 N



وينه (4-30)

پ۲۲: له وينه دا (4-30)، صندوقك كيشه كى (500 N). نه و هيزه ناسوييه (F) چهن ده كه صندوقه پالده دات، به هاوسه نكي ده يوه ستيئيټ. گوشه لارى رووه كه (37°)؟ وه لام: (375 N)

پ۲۳: له وينه (4-31) ته نيك كيشه كى (200 N). به دوو پت هه لواسروه. گرځى هه ر په تيكيان چهن ده؟ وه لام: 120 N, 160 N



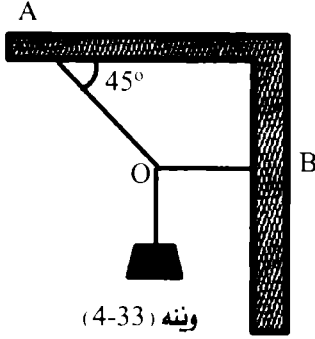
وينه (40-31)

پ۲۴: دوو هيزه هه ريه كيان (10 N). كار له خاليك ده كن، يه كيك له دوو هيزه كه به ره و روزه لات نه ويديان به ره و 70° باكورى روزه لات. به رنه نجامى نه م دوو هيزه چهن ده؟ وه لام: 16.4 N

پ۲۵: چوار صندوق كيشى هه ريه كيان (100 N). به نه م شيوه لى له وينه لى (4-32) پيشان دراون به تووليك هه لواسراون. گرځى هه ريه ك له وايه ره كان چهن ده؟ وه لام: 51.8 N, 100 N, 50 N, 193 N



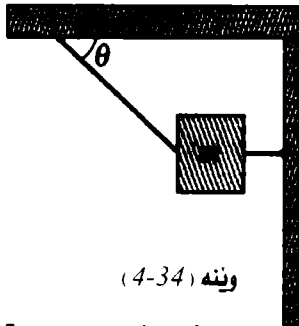
وينه (4-32)



وینہ (4-33)

پ ۲۶: لہ وینہ (4-33)، دوو پتہ OA ،
 OB تہ نیکیان ہلواسیوہ۔ نگہر
 گہرہ ترین گزئی کہ ہریہک لہ دوو
 پتہ کہ ہرگی دہ گرن پیش ئوہی
 پسین بکاتہ $1150 N$.

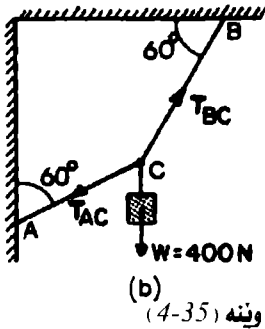
نایا گہرہ ترین کیشی تہ نہ کہ چہندہ کہ توانیویانہ ہلئواسن؟
 وہ لام: $813.3 N$



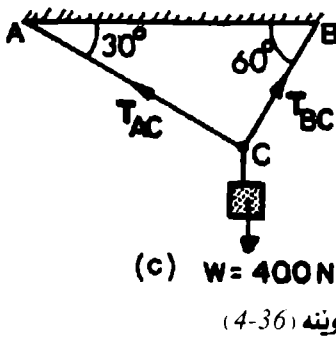
وینہ (4-34)

پ ۲۷: گزئی دوو پتہ کہ بدوزہ وہ لہ
 وینہی (4-34) دا۔ نگہر $\theta < 30^\circ$
 و کیشی تہ نہ کہ $2000 N$ بیٹ.
 وہ لام: $4000 N, 3440 N$

پ ۲۸: گزئی ہریہک لہ دوو پتہ AC و BC دیاری بکہ لہ وینہ (4-35) دا.
 نگہر کیشی تہ نہ کہ $400 N$ بیٹ.
 وہ لام: $400 N, 693 N$



وینہ (4-35) (b)



وینہ (4-36) (c)

پ ۲۹: گزئی ہریہک لہ دوو پتہ AC
 و BC دیاری بکہ لہ وینہ (4-36) دا.
 نگہر کیشی تہ نہ کہ $400 N$ بیٹ.
 وہ لام: $200 N, 346 N$

پ ۳۰: بلۆك (block) كېشەكەى 100 N ، لەسەر روویكى زەبرى ئاسۆى دانراوہ . بۆ ئەوہى لەسەر رووہكە بەخیرایىہكى نەگۆر بىولیت دەبیت بەھیزىكى ئاسۆى 25 N راكیشرىت . ھاوگۆلكە خلیسكە لیکخشاندىن لە نیوان بلۆكەكە و رووہكە چەندە ؟ وە لام: 0.25

ی ۳۱: بلۆك (block) لەسەر تەختە دارىك دانراوہ ، تەختە دارەكە لەسەر خو لاركرايەوہ . بلۆكەكە بەرەو خوار دەستى بە خلیسكان كرد لەو بارەى گوشەى لارى تەختە دارەكە θ_1 ، بوو بە 21° ، دواى ئەوہى بلۆكەكە دەستى بە جوولە كرد ، بىنرا كە بەردەوام دەبیت لەسەر خلیسكان بەخیرایىہكى نەگۆر كاتىك گوشە لارەكەى تەختە دارەكە دەبیتە 15° ، بدۆزەوہ ھاوگۆلكەى سەرەتا لیکخشاندىن μ_s وە ھاوگۆلكەى خلیسكە لیکخشاندىن μ_k . وە لام: $\mu_k = 0.26$, $\mu_s = 0.38$

پ ۳۲: خشتىك كیشى (50 N) . لەسەر روویكى زبرى ئاسۆى بەھۆى پەتیک كە گوشەى 30° لەگەل ئاسۆ دروست دەكات ، بەھیزى 20 N وە بەخیرایىہكى نەگۆر راكیشرا . ھاوگۆلكەى خلیسكە لیکخشاندىن μ_k لە نیوان خشتەكە و رووہكە چەندە ؟ وە لام: $\mu_k = 0.43$

پ ۳۳: تەنىك (50 N) لەسەر روویكى زبرى ئاسۆى دانرا ، بەھیزى 20 N كە گوشەى 30° لەگەل ئاسۆ دروست دەكات پالدىرا . تەنەكە بەخیرایىہكى نەگۆر جوولا . ھاوگۆلكەى خلیسكە لیکخشاندىن لە نیوان تەنەكە و رووہكە چەندە ؟ وە لام: $\mu_k = 0.28$

پ ۳۴: خشتیک کیشەکی 200 N، لەسەر روویکی ئاسۆیی زبەر دانرا، ئەگەر

هاوکۆلکە ی لیکخشاندنی خلیسکی نیوانیان ($\mu_k = 0.2$) بیئت. ئایا:

(a) ئەو هیژە ئاسۆییە ی بۆ راکیشانی تەنەکە پتویستە چەندە بۆ ئەو

بەخیراییەکی نەگۆر بچوولیت؟ (b) ئەو هیژە ی گۆشە 37° لەگەڵ ئاسۆ

دروست دەکات بۆ پالڤانی تەنەکە بە خیراییەکی نەگۆر چەندە؟ (c) ئەو

هیژە ی گۆشە 37° لەگەڵ ئاسۆ دروست دەکات بۆ راکیشانی تەنەکە بە

خیراییەکی نەگۆر چەندە؟

وەلام: a) 40 N b) 58.82 N c) 43.48 N

پ ۳۵: خشتیک (80 N) لەسەر روویکی لیژی زبەر دانراوە، گۆشە ی لیژی

(37°) یە، هاوکۆلکە ی خلیسکە لیکخشاندن (0.8): (a) بری ئەو هیژە تەریبە

بە روو لیژەکە چەندە، بۆ ئەو هیژە خشتەکە بەرەو سەر بە خیرایی نەگۆر

راکیشیت؟ (b) بری ئەو هیژە تەریبە بە روو لیژەکە چەندە، بۆ ئەو هیژە

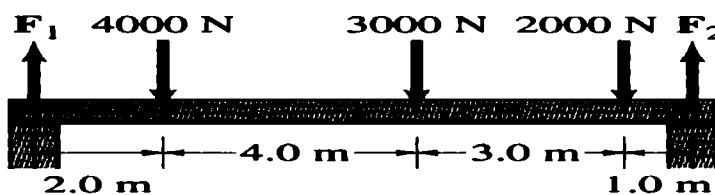
خشتەکە بەرەو خوار بەخیرایی نەگۆر راکیشیت؟

وەلام: a) 99.2 N b) 3.2 N

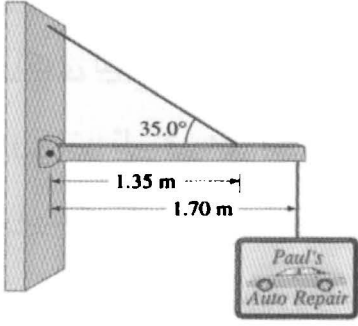
پ ۳۶: لە وێنە (4-37). بری ئەو دوو هیژە بدۆزەرەو کە هەریەک لە دوو

هەلگرە کە کاری پێدەکەن سەر توولەکە. دابنێ توولەکە ریکەو کیشی (2500

N) هە. وەلام: 5550 N, 5950 N

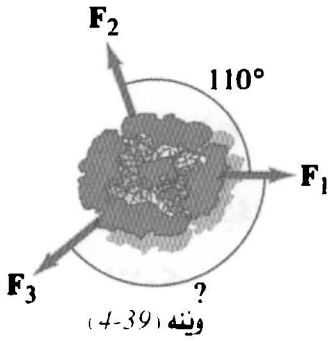


وێنە (4-37)

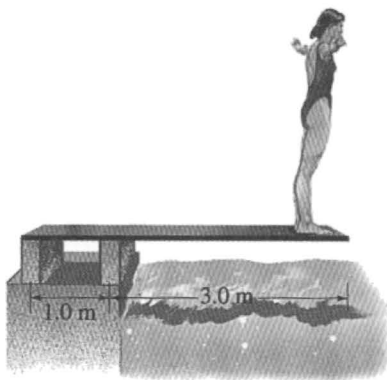


پ ۳۷: کیشی له و حیکی ئیعلان (215 N).
به هوی توولیکی ریکی کیش (135 N) و
په تیک وهک له وینه ($4-38$) دا هه لواسراوه.
بري ئه و هیزه ئاسویی و شاولیهی
جومگه که کاری پیده کاته سهر تووله که
چه ندن؟

وه لام: به ره و خوار 510.5 N , -7.8 N وینه ($4-38$)



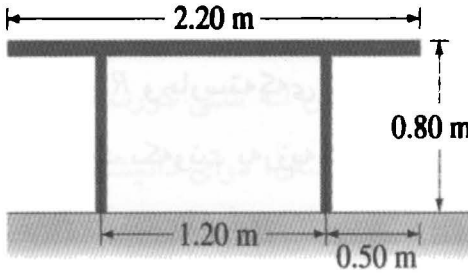
پ ۳۸: سی هیزی $F_1 = 380\text{ N}$, $F_2 = 255\text{ N}$, F_3 ,
کار له ته نیک ده که ن ته نه که هاوسه نگ
ده بیت. گوشه ی نیوان F_1 , F_2 (110°) یه. بریو
ئاراسته ی هیزی F_3 بدوزه وه. وینه ی ($4-39$)
وه لام: 379 N , 141°



پ ۳۹: ئه و دوو هیزه F_1 , F_2 که دوو
جومگه که کاری پیده که نه سهر له وحی
بناویدان چه ندن، کاتیك مه له وانیک
کیشه که ی 560 N له کوتا به ره للاکی
له وحه که ده وه ستیت. له وحه که ریکه
کیشه که ی 350 N ه.

وه لام: به ره و خوار 2030 N

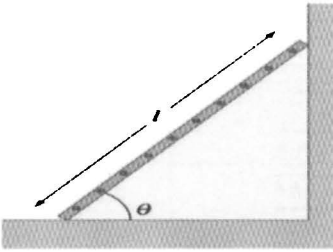
به ره و سه 2940 N



وینہ (4-40)

پ٤١: چہند نزیك لہ رۆخی ئہو
میزہی کیٹشہکە ی 200 N ، لہ وینہ
(4-40) پیشاندراوہ. کہ سیک
کیٹشہکە ی 660 N ، دەتوانیت
دابیشیت بی ئہوہی میزہکە
وہرگہ پی؟

وہلام: (0.32 m)



وینہ (40-41)

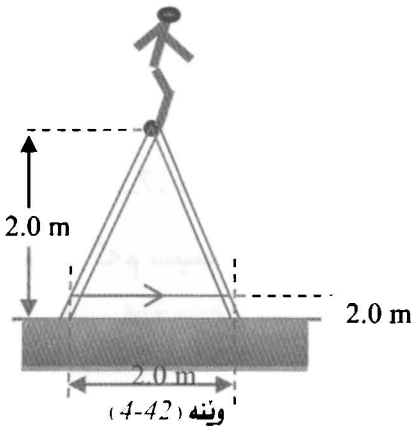
پ٤٢: لہ وینہ (4-41)، پەیزہیەکی
رێك، بارستەکە ی m ، درێژییەکە ی
 L ، بە گۆشە ی θ پالی بە دیواریکی
پیلێکخشاندن داوہ. ئەگەر
هاوکۆلکە ی سەرەتا لێکخشاندن
لەنێوان

پەیزہکە و ئەرز μ_s بیت، کہ مترین گۆشە ی θ چەندە، پیش ئہوہی

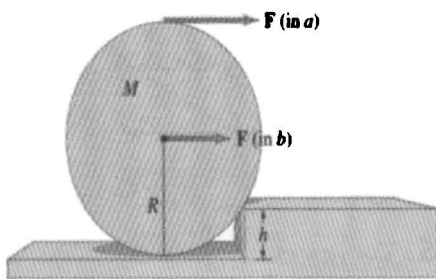
پەیزہکە بخزیت؟ وہلام: $\tan\theta = \frac{1}{2\mu_s}$

پ٤٣: پیاویک کیٹشی 800 N ، لەسەر
لووتکە ی پەیزہیەکی دوو لا چۆنیەك
وہستاوہ، وینہ (4-42) دوو لاکی
پەیزہکە پیکیشن و لەسەر زەویەکی
ناسویی بیلێکخشاندن دانراون و بە
پەتیک بە یەکتەری بەستراون وینہ (4-
42). ئایا گرژی پەتەکە چەندە؟

وہلام: (180 N)



وینہ (4-42)



وینہ (4-43)

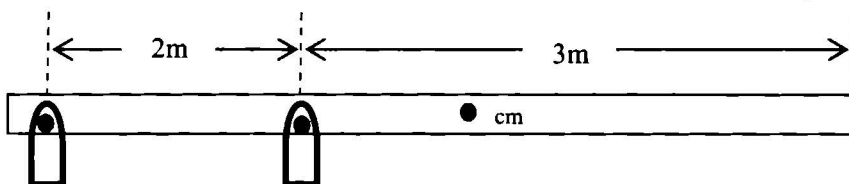
پ ۴۴: کہترین هیژ F چہندہ، کہ
پئویستہ بۆ راکیشانی ویلیک (wheel)
تیرہ کهی R و بارسته کهی M . تا به سەر
کۆسپه یه ک بکه ویت به رزیه کهی h بیت،
 $R > h$ ، وینہ (4-43):

(a) نه گهر هیژه که F_a بسه پئندریته سهر لیواری سهره وهی ویله که.
(b) نه گهر هیژه که F_b بسه پئندریته سهر چه قی ویله که.
وه لام:

$$a) F_a = mg \times \sqrt{\frac{h}{2R-h}}$$

$$b) F_b = mg \times \frac{\sqrt{2Rh-h^2}}{R-h}$$

پ ۴۵: بری نهو هیژه چہندہ، که ههر یه ک له دوو جومگه که کاری پیده که نه
سهر له وچه چۆنیه که که، له وینہ (4-44) دا، کیشی له وچه که $12000 N$.



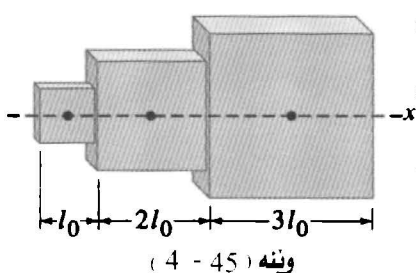
وینہ (4-44)

وه لام: $15000 N$, $3000 N$

پ ۴۶: بارستهی زهوی $5.98 \times 10^{24} kg$ ، بارستهی هه یف (مانگ)
 $7.35 \times 10^{22} kg$. دوری نیوان چه قی بارسته یان $3.84 \times 10^8 m$. ئایا چه قی
بارستهی نه م سیسته مه له کوئیه؟
وه لام: $(4.66 \times 10^6 m)$ (نهمهش له نیوه تیره ی زهوی که متره. که واته
ده که ویت و ناوه وهی زهوی)

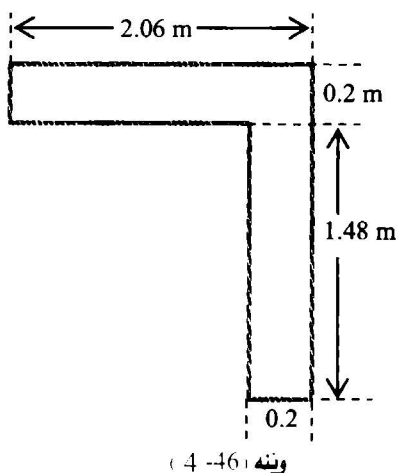
پ ٤٧: ترومبیلکی به تال بارسته که ی 1150 kg ، چه قی بارسته ی 2.5 m له پیشی ترومبیلکه دووره. دوو که س له دوو کورسیه که ی پیشه وه که 2.8 m له پیشی ترومبیلکه دووره دانیشن، و سی که سیش له سی کورسیه که ی پشته وه که 3.9 m له پیشی ترومبیلکه دووره دانیشن، دوی دانیشن CM چند له پیشی ترومبیلکه دوو ده بیت؟ دانی بارسته ی هر که سیک 70 kg بیت.

وه لام: 2.72 m دووره له پیشه وه ی ترومبیلکه.



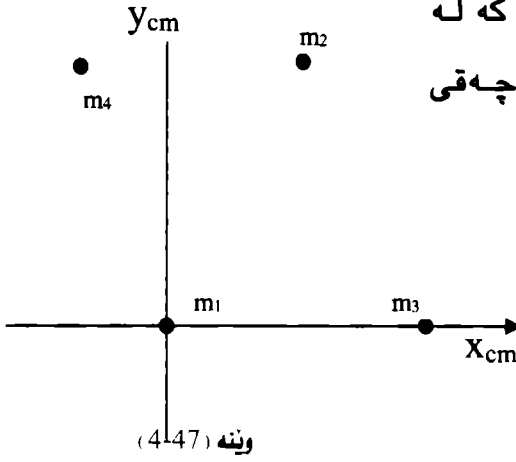
پ ٤٨: سی شه شپالوو دریزی لایه کانیاں L_0 ، $2L_0$ ، $3L_0$ له ته نیشت یه کتری دانراون و چه قی بارسته کانیاں ده که ویته سهر هیلکی راستی ئاسویی. وینه (4-45).

ئایا (CM) ی ئه م کۆمه له ده که ویته کوی؟ شه شپالوو ده کان له هه مان ماده دروستکراون.



وه لام: له روی شه شپالوو بچوکه $(3.8 L_0)$ پ ٤٩: چه قی بارسته ی پلیتیک ی شیوه L و ئه ستوری چۆنیه ک بدۆزه وه. له وینه (4-46) پیشاندراره. وه لام: $(1.418 \text{ m}, 1.228 \text{ m})$

پ.۵: چوار تہن لہو شوینانہ دانراون کہ لہ
وینہ (4-47) نمایشکراون. شوینی چہقی
بارستہ ی ئەم چوار تہنہ دیاری بکہ.



$m_1 = 3 \text{ kg}$ شوینی $(0, 0)$

$m_2 = 27 \text{ kg}$ شوینی $(15, 30)$

$m_3 = 18 \text{ kg}$ شوینی $(22.5, 0)$

$m_4 = 12 \text{ kg}$ شوینی $(-10, 20)$ وہ لām: $(11.5 \text{ cm}, 17.5 \text{ cm})$

یاساکانی نیوتن له جووله‌ی به‌هیلدا
Newton's Laws In Linear Motion



له به‌شی سینه‌مدا، به پشتبه‌ستن به شونین، خیرایی، تاودان وه‌سفی جووله‌مان کرد، بی‌نه‌وی باسی نه‌وه بکه‌ین نایا چی ده‌بیته هوی نهم جووله‌یه. نهم به‌شه‌دا فیری نه‌وه ده‌بین که چی ده‌بیته هوی نه‌وه‌ی که تهنیک به وه‌ستاوی ده‌مینیت‌ه‌وه تهنیکی دی به تاودان ده‌جوولیت. دوو هوی سهره‌کی هه‌ن یه‌که‌میان نه‌وه‌هیزانه‌یه که کار له تهنه‌که ده‌که‌ن و دووهمیان بارسته‌ی تهنه‌که‌یه. نهم دوو هوی‌ه‌ش پینش سی‌سده له‌لایه‌ن زانا نیسحاق نیوتن به یه‌کتری په‌یوه‌ندکراون. وه‌لامی نهم پرسیارانه‌ش دمه‌اته‌وه نایا چ میکانیزمیک جووله ده‌گۆریت و بو‌تاودانی تهنیک له تاودانی یه‌کی تر زیاتره؟

پیشہ کی:

لہ بہ شی سیئہ مہ دا باسی جوولہ ی سادہ ی تہ نہ کانمان کرد. تہ نہا جوولہ مان بہ لادان و خیرایی و تاودان و ہسف کرد. بہ لام باسی ئوہ نہ کراوہ، ئایا چی دہ بیئتہ ہوئی جوولہ و ہوئی زیادہ بون و کہ مہ بون و گوپینی ئاراستہ ی خیرایی؟ واتہ دہ بی ہوئی تاودان و ہواشبوونہ وہ چی بیئت؟ لہ راستیدا بہ گشتی ہوئی جوولہ، بۆ کاریگہری ہیژ لہ سہر تہ نہ کان دہ گہ پیتہ وہ. لہ م بہ شہ دا پہ یوہندی نیوان ہیژو جوولہ ئاشکرا دہ کہین.

لقیکی بابہ تی میکانیک (Mechanic)، کہ تہ نہا وہ سفی جوولہ دہ کات بیئ ئوہ ی ہوئیہ کہ ی دیار بکات پیئ دہ گوترئ کایناماتیک (Kinematic) کہ لہ بہ شی سیئہ م خویندراوہ، بہ لام لہ م بہ شہ دا باسی لقیکی تری میکانیک دہ کہین، کہ تیایدا لہ پہ یوہندی نیوان ہیژو جوولہ دہ کولینہ وہ، ئہ م بابہ تہ ش پیئ دہ گوترئ داینامیک dynamic.

پرسیار دہ ربارہ ی ہوئی جوولہ لہ عہ قلی خہ لکدا پیش 2500 سال سہری ہلداوہ. ئہ رستوتالیسی فہیلہ سوف پیش زایین، کہ بہ بیرو باوہ پی ئوہ دہ بیئ ئوہ تہ نہ ی بہ گوپیکی نہ گوپ لہ سہرہیلکی راست دہ پوات، ہیژیک بہ ردہ وام کاری تی بکات و چہ ند خیرایی زیاتر بیئت تہ نہ کہ ہیژیکی زیاتری دہ ویت، ئہ م بیروکہ یہ لہ سہر بنچینہ یہ کی عہ قلی و ژیریژی دانرابو، بۆ ماوہ ی 25 سہدہ لہ لایہ ن خہ لکہ وہ قبول کرابو. تاکو زانا گالیلو (1569-1642)، لہ کاتی لیئکولینہ وہ کہ ی دہ ربارہ ی جوولہ ی گوئیہ کانزاییہ کان لہ سہر رووہ لیژہ کان، گہ یشت بہ دہرئہ نجامیک جیاوازبوو لہ بیروکہ کہ ی ئہ رستوتالیس، وہ بۆی دہ رکہوت کہ ئوہ تہ نہ ی بہ خیرایی نہ گوپ دہ جولیت. پیویست ناکات ہیچ ہیژیک کاری تی بکات.

گاليلو له تافیکردنه وه کان تیښینی نه وهی کرد، که نه و گویه ی بهره و خوار له سهر روویکی لیژ گلور ده بیته وه، تاودان وهرده گریټ و خیراییه که ی زیاده کات، وه نه وهی بهره و سهر گلورده بیته وه، نه و هیواش ده بیته وه و خیراییه که ی که م ده کات. گاليلو له عه قله وه بریاریدا، نه گهر رووه که نه بهره و خوار نه بهره و سهر لیژ بیټ، واته ئاسوی بیټ نه و خیراییه گویه که نه زیاده ده بیټ و نه که م ده بیټ. که واته جووله ی تن له سهر رووی ئاسوی ناگورپټ و تنه که له سهر رویشتن بهرده وام ده بیټ به خیراییه کی ریټ و نه گور.

نیستاکه پرسیاریک دیته روو، بوچی نه و تنه ی له سهر روویکی ئاسوی پال ده دریت، دواي ماوه یه که ده وه سټیت؟

وه لامي نه م پرسیاره نه وه یه .. هیزی لیڅخشانندن له نیوان تنه که و رووه که به پیچه وانه ی ئاراسته ی جووله کار له تنه که ده کات و هیواش بوونه وه ی پیده دات، دواي ماوه یه که ده وه سټیت.

نه گهر تنه ی که له سهر رووی میزیکی ئاسوی زبر پال بدریت، دواي نه وهی دووریه که ده بریت، ئینجا ده وه سټیت. نه گهر رووی میزه که لووس بیټ نه و به پالډانیکی که متر هه مان دووری ده بریت تا ده وه سټیت. نه گهر رووی میزه که چه ور بکریټ بو نه وه ی لیڅخشانندن زورتر که م بکریته وه نه و به پالډانیکی که متر له جاری پیشوو هه مان دووری ده بریت تا ده وه سټیت. که واته نه گهر بیر له روویکی ئاسوی نمونه یی بکه ینه وه لیڅخشانندن نه بیټ، نه و تنه که بی نه وه ی هیز کاری تیټکات هه تا هه تایي بهرده وام ده بیټ له سهر جووله به خیراییه نه گور.

له سهر ئهم بناغه يه ي كه گاليلو چه سپانډبونى، نيوتن توانى ياسا گرینگه كانى ده باره ي جووله بنيات بنيت، كه له بنده كانى دواتر ده يانخوينين. بو خوى نيوتن دانى به ئه وه داده هيتا كه ئه و قه ردارى گاليلويه. وه ده يگوت من بويه ئاسويه كى دوور ده بينم چونكه له سهر شانى كه وره كان وه ستاوم.

(5-1) یاسای یه که می نیوتن

له راسیتدا، یاسای یه که می نیوتن زۆر نزیکی دهرته نجامه که ی گالیلیۆیه یاسایه که دهلی. ((هر ته نیک له باری وهستان بیټ یان له باری جووله بیټ به خیرایی نه گهر له سهر مێلێکی راست، له سهر باره که ی خۆی ده مینیتیه وه نه گهر مێلێکی لاسهنگ کاری تینه کات)).

ئەوتەنەى وەستائە يان جۈللۈە بە خىرايى نەگۈر ھائسەنگە .
ئەگەر تەنىك ھائسەنگ بىت، ئەوا بەرئەنجامى ئەو ھىزانەى كارى تىدەكەن
سفرە .

به پيچەوانە، ئەگەر بەرئەنجامى ئۇ ھېزانه كار لە تەنيك دەكەن سفر بىت،
ئەوا تەنەكە ھاوسەنگە.

ئەگەر تەنيك لەسەر رووى مېزىكى ئاسويى دابىرىت، ئەوا ھەتا ھەتايە لە
شويىنى خۆى دەمىنىتەو، بە مەرجىك ھېزى لاسەنگ كارى تىنەكات. وە
ئەو كەسەى لەناو پاسىكدا (Bus) بە پتوۋ دەوہستىت، بە پشتدا دەكەوئ
كاتىك پاسەكە كتوپر دەست بە جوولە دەكات وە بە پىشدا دەكەوئ كاتىك
پاسەكە كتوپر دەوہستىت، ھۆى ئەمە، كەسەكە لە جارى يەكەم تەنيكى
وہستاوہ، دەخوانى ھەر لەسەر بارە وەستاويەكەى بەردەوام بىت. وە لە
جارى دووہم تەنيكى جوولاوہ دەخوانى ھەر لەسەر بارى جوولەكەى
بەردەوام بىت. بە خوانى تەن بۆ مانەوہى لەسەر ئەو بارى جوولانەوہى
تيايدايە دەگوئى بەردەوامى (بارنەگوپىن)(Inertia).

ئەو تەنەى وەستاوہ يان بە خىرايى نەگۆر دەپوات، ھېچ ھېزىك كارى
تىناكات، كە ھەمان ماناي ئەوہى ھەيە، بەرئەنجامى ھېزەكانى كارى
تىدەكەن سفرە.

ئىستاكە ئەم برسيارە دىتە روو، ئەگەر سەرجمەى ئۇ ھېزانهى كار لە تەنيك
دەكەن سفر بىت، كەوايە چى وا دەكات ئەم تەنە لە بارى وەستان يان
جوولان بە خىرايى نەگۆر بەردەوام بىت؟ لە راستيدا ئەوہى وا لە تەنيك
دەكات لەسەر بارى جوولەى خۆى بمىنىتەو، سيفەتيكى ماددەيە پى
دەگوئى بارنەگوپىن(Inertia) يان بەردەوامى.

بارنەگوپىن ئەو سيفەتەيە، تەن پىويستى بە ھېزىكى دەرەكى ھەيە بۆ
ئەوہى بارى جوولەى خۆى بگۆرئ. چونكە تەن لە خۆيەوہ تواناي نىہ بارى
جوولەى خۆى بگۆرئ، ھەر دەبىت ھېزىكى دەرەكى ((ھاوسەنگ نەبىت))

کاری تیښکات. بۇ ئوۋەى، ئەگەر وەستاو بیټ بیجولینیت وە ئەگەر جولولاو بیټ بیوہستینیت یان ئاراستەى جولەى بگورپیت. له راستیدا ئەو تەنە وەستاوہى بارستەى زۆرە، هیژیکى زۆرى دەوی بۇ جولاندنى وە ئەگەر جولولاو بیټ هیژیکى گەرەى دەویت بۇ وەستاندى، له ئەمەوہ دیار دەکەویت کە تەنى بارستە زۆر بارنەگورپینی زۆرە. کەواتە بارستە پیوہرى بارنەگورپینە، تەنە بارستە گەرەکان بارنەگورپینیان گەرەیه، بارستە بچووکەکانیش بارنەگورپینیان کەمە.

(5-2) (ياسای دووہى نیوتن) پەيوەندى نیوان هیژو تاودان

ياسای دووہم، له راستیدا، فراوانکردنى ياسای یەکەمە. ياسای یەکەم دەلى، خیرایى تەنىک ناگورپیت کاتیک بەرئەنجامى ئەو هیژانەى کار له تەنەکە دەکەن سفر بیټ، له مەشەوہ ئەم دەرئەنجامە دیتە پوو، ئەگەر بەرئەنجامى ئەو هیژانەى کار له تەنىک دەکەن سفر نەبیټ. ئەوا پیویستە خیرایى تەنەکە بگورپیت، واتە پیویستە بە تاودان بجولیت، کەواتە هیژى سەپینراو دەبیټە ھۆى تاودان.

ياسای دووہى نیوتن له جولەدا بەم شیوہ دەرەدەبریت.

((ئەگەر هیژیک کارى له تەنىک کرد، ئەوا تەنەکە بە تاودان دەپوات، برى تاودانەکە بە راستەوانە ھاورئیزە دەبیټ لەگەل هیژەکەى کار له تەنەکە دەکات، وە بە پێچەوانەش ھاورئیزە دەبیټ لەگەل بارستەى تەنەکە.))

ئەگەر (a) تاودان بیټ، F بەرئەنجامى هیژە سەپینراوہکان بیټ وە m بارستەى تەنەکە بیټ، ئەوا:

$$a \propto \frac{F}{m} \dots \dots \dots (5-1)$$

$$a = K \frac{F}{m}$$

$$F = K m a \dots \dots \dots (5-2)$$

K نەگورپى ھاورئیزەیه.

له هاوکیشه ی (5-2) دا، بۆ ئاسانکاری وا باشه که نزامیکی به که کان هه لبرترین تا کو نرخ ی K ببیت به 1 .

له نزامی $m \text{ kg}$ دا، بارسته به kg و تاودان به m/s^2 ده پیوریت، ده توانین به که به که بۆ پیوانی هیز پهیدا بکهین که وا بکات K له هاوکیشه ی (5-2) دا ببیت به 1 . ئەم به که پهیدا کراوه ی پیوانی هیز پیتی ده گوتری نیوتن (N) که واته 1 N بری ئەو هیزه به که تاودانی 1 m/s^2 ، ده دات به بارسته ی 1 kg .

به له جیاتیدانان له هاوکیشه ی (5-2)

$$1 \text{ N} = K \times 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore K = 1 \frac{N}{\text{kg.m/s}^2}$$

$$\therefore F = ma \dots\dots\dots(5-3)$$

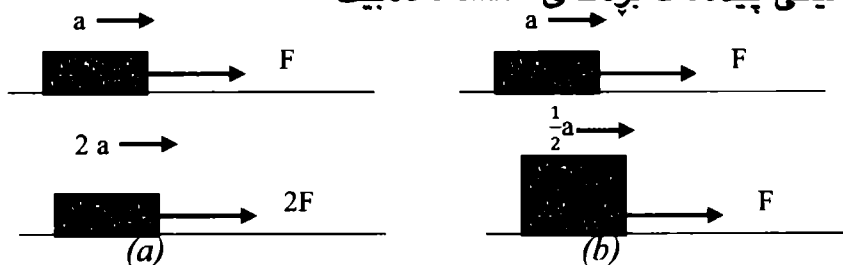
که واته پیناسه ی نیوتن به م جوړه ده بیت. ((نیوتن ئەو بره هیزه به، ئەگەر کاری له تهنیک کرد بارسته که ی 1 kg بیت، تاودانیکی پیده دات بره که ی 1 m/s^2 ده بیت)).

هاوکیشه ی (5-3) ده لی، ئەگەر هیزی F کاری له بارسته ی m کرد، ئەو تاودانی (a) پیده دات.

ده بی له ئەو ه ناگاداربین که F بریتیه له بهرته نجامی ئەو هیزانه ی کار له تهنه که ده که ن، وه ئاراسته ی (a) به هه مان ئاراسته ی F ده بیت.

له نزامی $c.g. s$ هیز به داین dyne ده پیوریت.

(داین بری ئەو هیزه به ئەگەر کاری له تهنیک کرد بارسته که ی 1 g بیت، تاودانیکی پیده دات بره که ی 1 cm/s^2 ده بیت).



وینه (5-1)

a تاودان به راسته وانه له گه ل هیز ده گوریت، بارسته جیگیره.

b تاودان به پینچه وانه له گه ل بارسته ده گوریت، هیز جیگیره.

$$F = ma$$

$$1 N = 1 kg \times 1 m/s^2$$

$$1 N = 1000 g \times 100 m/s^2$$

$$1 N = 100000 g.cm/s^2$$

$$1 N = 100000 dyne$$

$$1 N = 10^5 dyne$$

کیشی میثوله یه ک نزیکی یه ک داینه.

$F = m \times a$		
N	kg	m/s^2
$dyne$	g	cm/s^2

(5-3) په یوه نډی نیوان کیش (weight) و بارسته (mass)

ده زانین، کیشی ته ن بریتیه له هیزی کیشکردنی زهوی (gravity) بۆ سه ر نه و ته نه.

گریمان ته نیک بارسته که ی m ، به پره للا ده کړیت به شاولی بکه ویتته خواره وه، نه و له م باره دا کیشی خوی w کاری تیده کات به ره و خوار، تاودانیکی پیده دات بره که ی ده کاته تاودانی زهوی (g). به به کارهینانی یاسای دووه می نیوتن بۆ نه م ته نه به ربځوه.

$$F = m a$$

$$W = mg$$

که واته تاودانی زهوی \times بارسته = کیش

نه گه ر بارسته ی ته نیک $1 kg$ بیټ، تاودانی زهوی ش له نزیک روی زهوی پیوراوه $9.81 m/s^2$ یه، که واته کیشی ته نه که w ده کاته.

$$W = mg$$

$$W = 1 \times 9.81$$

$$= 9.81 N$$

ئەمەش ئەو دەگەيەنیت، كە ئەو تەنەي بارستەكەي 1 kg ، كېشەكەي 9.8 نيوتنە. ئەمەش بزانە، تاودانى زەوى بە گوڭرەي شوڭن و دوورى و نزيكى لە رووى زەويەو دەگوڭرەيت، كەواتە كېشيش بە گوڭرەي شوڭن، و دوورى لە رووى زەويەو دەگوڭرەيت. چونكە كېش بەندە بە تاودانى زەوى. كەچى بارستە نەگوڭرە.

نەموونە : بۆكەك بارستەكەي 20 kg .

(a) كېشەكەي چەندە لە شوڭنەك لەسەر رووى زەوى، تاودانى زەوى لە شوڭنەدا 9.81 m/s^2 .

(b) كېشەكەي لەسەر رووى مانگ چەندە. تاودانى مانگ شەشيەكەي تاودانى زەويە.

$$\begin{aligned} a) \quad g_e &= 9.81\text{ m/s}^2 \\ w_e &= mg_e \\ w_e &= 20 \times 9.81 = 196.2\text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad g_m &= \frac{1}{6} \times g_e \\ g_m &= \frac{1}{6} \times 9.81 = 1.64\text{ m/s}^2 \\ w_m &= m g_m \\ w_m &= 20 \times 1.69 = 32.8\text{ N} \end{aligned}$$

(5-3) یاسای سییہمی نیوتن

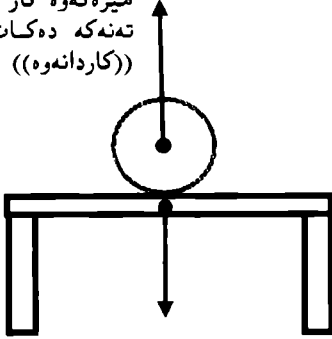
ہیزلہ کارلہ یہ ککردنی تہ نہ کانہ وہ دیار دہ کھوئیت، ناکریت بیرلہ ہیزیکی جیاکراوہ بکھیتہ وہ کاتیک کارلہ تہ نیک دہ کات، ہیزیکی سہ پیئراو بہ سہر تہ نیکدا، ہر دہم لہ لایہن تہ نیک تہرہ وہ دہ سہ پیئریت، نگہرلہ لایہن تہ نیکہ وہ ہیزیک خرایہ سہر تہ نیک دی، ئہوا تہنی دووہم ہمان ہیز دہ خاتہ وہ سہر تہنی یہ کم، بہ لام بہ پیچہ وانہی ئاراستہ، نگہرلہ کیک لہ ہیزہ کان بگوتری کار *action* ئہوا بہ ئویدیان دہ گوتری کار دانہ وہ *reaction*.

یاسای سییہمی نیوتن ئہم بیروکھی کارو کار دانہ وہ دہ گریتہ بہر، یاسای سییہم دہ لی. (بڑہر ہیزیک، کارلہ تہ نیک بکات، ہیزیکی دووہم ہمیہ، بہ بر یہ کسانیتہی بہ ئاراستہش پیچہ وانہیتہی، کارلہ تہ نیک دی دہ کات) ئہمہش مانای ئہوہیہ: نگہر تہنی *A* ہیزیک بخاتہ سہر تہنی *B*، ئہوا تہنی *B* ہیزیکی یہ کسان بہ بر پیچہ وانہ بہ ئاراستہ دہ خاتہ وہ سہر تہنی *A*. جووتہ ہیزی کارو کار دانہ وہ دوو ہیزی پارسہنگ نین، یہ کیکیان نابہ بہ پارسہنگی ئویدیان، چونکہ ہر یہ کیان کارلہ تہ نیک دہ کات، ہر کام لہ دوو تہ نہ کھش ہاوسہنگ نابہت.

وینەکانی (5-2 a,b,c,d)، نمونەن تیاياندا، جووتە هیزی کاروکاردانەوه

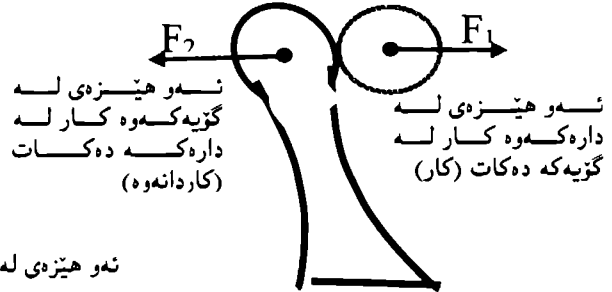
ئاشکرا کراون.

ئەو هیزی لە
مێژەکەوه کار لە
تەنکە دەکات،
(کاردانەوه)

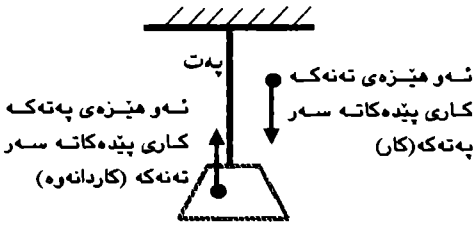


ئەو هیزی لە تەنکەکەوه کار لە مێژەکە دەکات (کار)

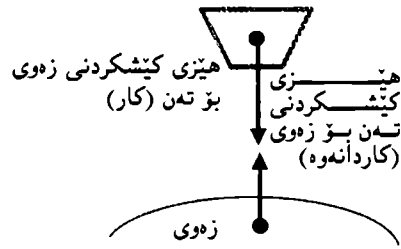
(a) تەنیک لەسەر مێژیک ناسویی



(b) گۆیهک بە دارنیک لیدمدریت



(c) تەنیک بە پەتیک هەئاسراوه



(d) تەنیک لە لایەن زەوی کێشەکرێ

وینە (5-4 a, b, c, d)

(5-4) رینماکان بۆ شیکارکردنی راهینانەکان، بە بەکارهێنانی یاسای دووهمی نیوتن

ئەو هەنگاوانە پیشنیار دەکریڤ بۆ شیکارکردنی هەر راهینانیک پەيوەندی بە
هیزی جوولەوه هەبێت.

۱. نەخشەیهک وینە بکە، باری راهینانەکە پیشان بدات، لەسەر

نەخشەکە، دووریەکان و زانراووهکان دیار بکە.

۲. ئەو تەنە هەلبژێرە کە دەتەوێت لە جوولەکە بکۆلیهوه، هیلکاری

تیراسای هیزەکان بکە. لەم هیلکاریه‌دا، هەموو ئەو هیزانە ی کار لە

ته نه هه لېزار دراوه که ده که ن، به تیراسا بیانویښه، له نیتوانیادا هیزه نه زانراوه کانیش به تیرسا بنویښه.

۳. له هیلکاری تیراسای هیزه کانه وه، بهرته نجام بدوږه وه، نه م بهرته نجامه ده بیته F له هاوکیښه ی $F = m a$.

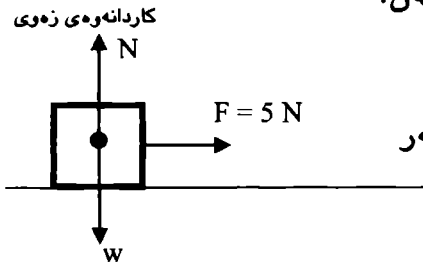
۴. له په یوه ندی ($F = m a$) بره نه زانراوه کان بدوږه وه، نه گهر F یان m یان a ، بیت، نه گهر کیښی ته ن له راهیتانه که درابو، بارسته که ی بدوږه وه $m = \frac{w}{g}$.

نموونه:

ته نیک بارسته که ی 10 kg . له سهر روویکی ئاسوی لووس. (لیکښاندن فهراموشرکراوه) دانراوه، هیزیکي ئاسوی 5 N کاری تیکرد له وهستانه وه دهستی به جووله کرد. a) نه و تاودانه ی ته نه که وریده گریټ چه نده؟ b) خیراییه که ی دوا ی تپه پېوونی 5 s له ده سپیکردنی به جووله چه نده؟ c) نه و لادانه ی له م ماوه دا ده یپریت چه نده؟

شیکار:

نه و هیزانه ی کار له ته نه که ده که ن نه وانه ن:



۱. کیښی ته نه که w به ره و خوار.

۲. کاردانه وه ی رووه که (N) له سهر

ته نه که به ره و سهر.

۳. هیزی راکښان F .

له بهر نه وه ی بهرته نجامی w ، N ، سفره. چونکه پارسه نگی به کترن. بویه ته نها (F) ده بیته نه و هیزه ی تاودان به ته نه که ده دات. به به کار هیثانی یاسای دووه می نیوتن.

$$a) F = m a$$

$$5 = 10 \times a \rightarrow a = 0.5 \text{ m/s}^2$$

$$b) v_f = v_i + at$$

$$v_f = 0 + 0.5 \times 5 = 2.5 \text{ m/s}$$

$$c) x = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

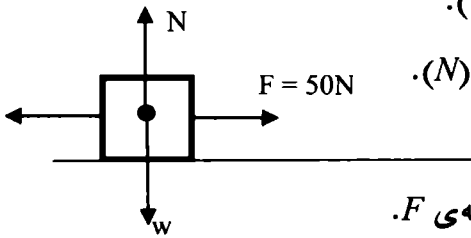
$$x = 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times (5)^2 = 6.25 \text{ m}$$

نمونه :

ته نيك بارسته كه ي 10 kg له سهر روويكي ئاسوي زير دانرا، هاوكتوكه ي ليكخشاندن له نيوان ته نه كه و رووه كه (0.3) يه. هيزيكي ئاسويي 50 N كاري تيكرد. له وهستانه و دهستي به جووله كرد. a تاوداني ته نه كه چهنده. b چهند كات ده خاييني تا لادانيك ده برپيت، 100 m .

شيكار:

ئهم هيزانه كار له ته نه كه ده كه ن:



۱. كيشي ته نه كه w به ره و خوار (w) .

۲. كاردانه وه ي رووه كه به ره و سهر (N) .

۳. هيزي راکيشان $F = 50 \text{ N}$.

۴. هيزي ليكخشاندن F_r به پيچه وانه ي F .

به رته نجامي N, w ده كاته سفر چونكه پارسه نكي به كن.

به رته نجامي F, F_r تاودان به ته نه كه ده دات.

كيشي ته نه كه ده دوزينه وه (تاوداني زهوي $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

$$W = mg$$

$$W = 10 \times 9.8 = 98 \text{ N}$$

$$N - w = 0$$

$$N = w = 98 \text{ N}$$

$$F_r = \mu_k N$$

$$F_r = 0.3 \times 98 = 29.4 \text{ N}$$

به رتبه نجامی دوو هيٺ F_r ، F ته ريب به رووه كه تاودان به ته نه كه ده دات، به به كارهيٺناني ياساي دووه مي نيوتن.

$$a) \quad F = ma$$

$$50 - 29.4 = 10 \times \alpha$$

$$\alpha = 3.06 \text{ m/s}^2 \quad \text{تاوداني ته نه كه}$$

$$b) \quad x = v_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$100 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 3.06 t^2$$

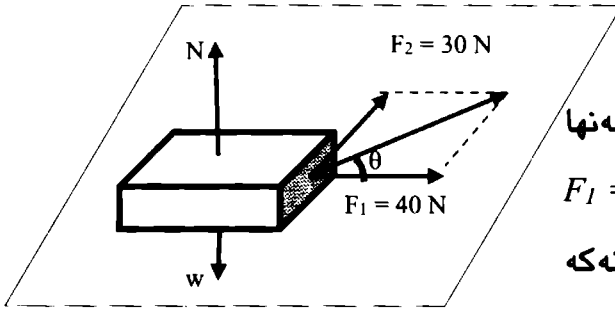
$$100 = 1.53 t^2$$

$$t = \sqrt{65.3} = 8.08 \text{ s}$$

نمونه:

ته نيټك له سه رويكي ئاسويي لووس دانراوه بارسته كه ي 20 kg . به دوو پت راکيټشرا. يه کيټيان به هيټي 40 N به ره و روژه لات نه ويديان به هيټي 30 N به ره و باکور. تاوداني ته نه كه و ئاراسته كه ي بدوزه وه.

شیکار:



کيټي w پارسه نگی (N) ه.

به نه نجاميان سفره. كه واته ته نها

به رتبه نجامی دوو هيټه كه $F_1 = 40$

$F_2 = 30 \text{ N}$ ، N . تاودان بؤ ته نه كه

پهيدا ده كات.

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$F = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \text{ N}$$

به به كارهيٺناني ياساي دووه مي نيوتن.

$$F = ma$$

$$50 = 20 \alpha$$

$$\alpha = 2.5 \text{ m/s}^2 \quad \text{تاودانى تەنەكە}$$

ئاراستەى تاودان بە ھەمان ئاراستەى ھىزى بەرئەنجامە.

$$\tan \theta = \frac{30}{40} = 0.75$$

$$\theta = 37^\circ$$

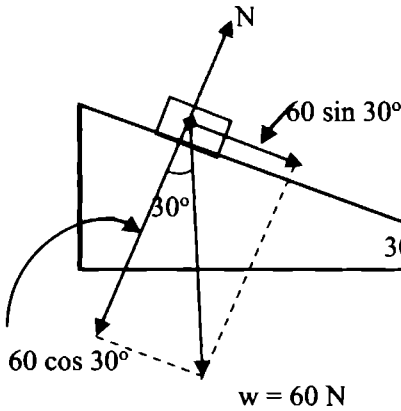
ئاراستەى تاودان بە گوشەى 37° باكورى رۆژھەلاتە.

نمۇنە:

تەنىك بارستەكەى 6 kg لەسەر روویكى لیژى ساف (بیلکخشاندن)، گوشەى لیژى 30° یە دانرا. a تاودانى تەنەكە چەندە؟ b ئەگەر دریژى رووہ لیژەكە 2 m بیٹ، خیرایی تەنەكە لە دامینی رووہ لیژەكە دەبیٹە چەند؟
دابنى $g = 10 \text{ m/s}^2$

شیكار:

دوو ھیزكار لە تەنەكە دەكەن:



۱. كیشى خۆى بەرەو خوار (w) .

۲. كاردانەوہى رووہكە لەسەر

تەنەكە (N) . ستوونە لەسەر

رووہكە.

$$W = mg$$

$$= 6 \times 10 = 60 \text{ N}$$

كیشى تەنەكە بۆ دوو پیکنەر شیتەل دەكەین. پیکنەرى كیش، تەریب بۆ رووہكە $60 \sin 30^\circ$ و پیکنەرى كیش، ستوون، لەسەر رووہكە $60 \cos 30^\circ$.

N ، دهبته پارسه نگی پيکنه ری ستون له سره رووه که، بویه بهرته نجامی نهو دو هیزه سفره، که واته ته نه پيکنه ری ته ریب به رووه که تاودان به ته نه که ده دات. به به کاره یثانی یاسای دووه نیوتن.

a) $F = m a$

$$60 \sin 30^\circ = 6 a$$

$$60 \times 0.5 = 6a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

b) $v_f^2 = v_i^2 + 2 a x$

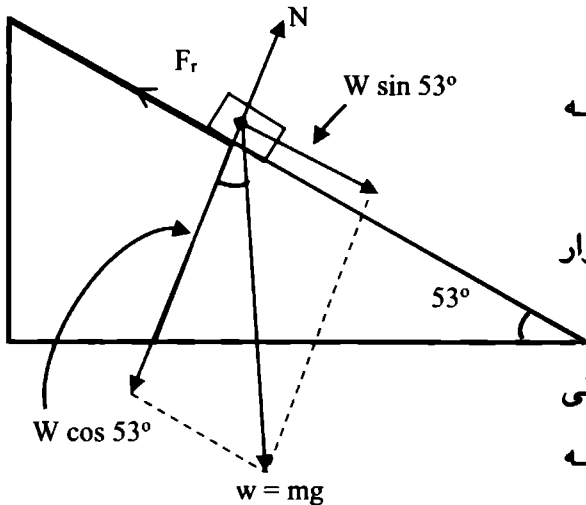
$$v_f^2 = 0 + 2 \times 5 \times 2$$

$$v_f = \sqrt{20} = 4.47 \text{ m/s}$$

نمونه:

بلوکیک بارسته که ی 10 kg له سره روویکی لیژی زیر گوشه ی لیژی 53° به دانراوه. هاوکلکه ی خلیسکه لیکخشاندن له نیوان روه لیژه که و بلوکه که (0.5) . به چ تاودانیک بلوکه که به ره و خوار ده خلیسکیت؟ دابنی $g = 10 \text{ m/s}^2$.

شیکار:



نهو هیزانیه کار له ته نه که

ده کن:

۱. کیشی خوی به ره و خوار

$$w = mg \times 10 = 100 \text{ N}$$

۲. کاردانیه ی ستوونی

رووه که بۆ سره بلوکه که

N .

۳. هیزی لیځخشانندن F_r به رهو سهر به پیچهوانه ی ناراسته ی جووله یه .

کیڅی بلوکه که بۆ دوو پیکنه ر شیتل ده که یین. پیکنه ری کیڅ ته ریب بۆ رووه که $w \sin 53^\circ$ وه پیکنه ری کیڅ ستوون له سهر رووه که $w \cos 53^\circ$ ، به رنه نجامی نه و دوو هیزه $w \sin 53^\circ$ وه هیزی لیځخشانندن F_r ، تاودان ده دات به تهنه که .

به لام کاردانه وه ی رووه که بۆ سهر بلوکه که (N) یه کسانه به پیکنه ری کیڅ ستوون له سهر رووه که به پیچهوانه ی ناراسته .

$$N - w \cos 53^\circ = 0$$

$$N = w \cos 53^\circ$$

$$N = 100 \times 0.6 = 60 \text{ N}$$

$$F_r = \mu_k N$$

$$= 0.5 \times 60 = 30 \text{ N}$$

به به کارهینانی یاسای نیوتنی دووه م:

$$F = ma$$

$$W \sin 53^\circ - F_r = ma$$

$$100 \times 0.8 - 30 = 10a$$

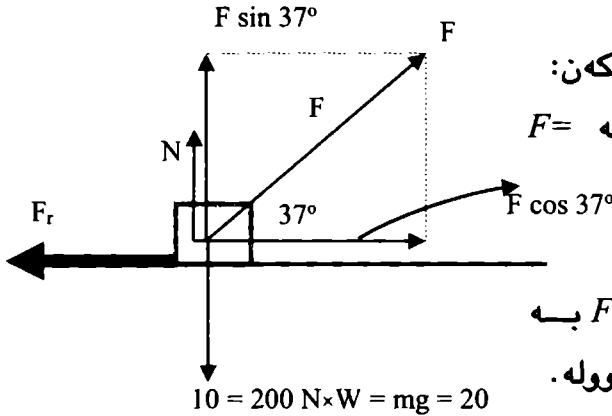
$$50 = 10a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

نموونه :

بارسته ی ته نیک 20 kg . له سهر روویکی ئاسویی زیر هاوکولکه ی لیځخشانندن (0.2) ه دانراوه . به په تیک، گوشه ی 37° له گه ل رووه که دروست ده کات، به هیزی 100 N راکیشرا. (a) تاودانی تهنه که ده بیته چهنه ؟ (b) دوا ی چهنه چرکه له ده سته پیکردنی به جووله خیراییه که ی ده گاته 8 m/s (دابنی $g = 10 \text{ m/s}^2$)

شیکار:



ئەو ھېزانەى کار لە تەنەكە دەكەن:

۱. ھېزى راکېشانی پەتەكە $F =$

$$100 \text{ N}$$

۲. كېشى تەنەكە (w)

۳. ھېزى لېكخشاندىن F_r بە

پېچەوانیە ئاراستەى جوولە.

۴. كاردانەوہى رووہكە بۆ تەنەكە (N). ھېزى F بۆ دوو پېكەنەر شیتەل

دەكەين. پېكەنەرى ئاسۆيى $F \cos 37^\circ$ و پېكەنەرى شاولى $F \sin 37^\circ$.

$$N + F \sin 37 = w$$

$$N + 100 \times 0.6 = 200$$

$$N = 140 \text{ N}$$

$$F_r = \mu_k N$$

$$= 0.2 \times 140 = 28 \text{ N}$$

بەرئەنجامى ئەو دوو ھېزە $F \cos 37^\circ$ و F_r تاودان بۆ تەنەكە پەيدا دەكات:

بە بەكارھېنانى ياساى دووہى نیوتن a)

$$F = ma$$

$$F \cos 37^\circ - F_r = ma$$

$$100 \times 0.8 - 28 = 20 a$$

$$a = 2.6 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = v_i + a t$$

$$8 = 0 + 2.6 t$$

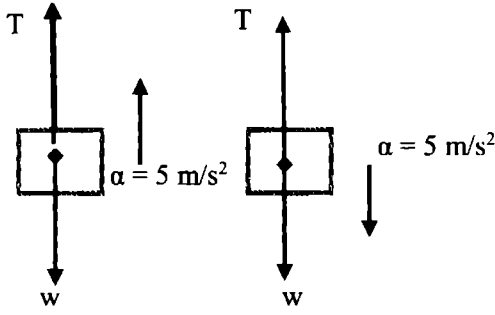
$$t = 3 \text{ s}$$

نمونه:

بارستەى 2 kg بە كۆتايى تەلېك ھەلواسرا، گرزى تەلەكە بدۆزەوہ كاتېك:

۱. تاودان 5 m/s^2 بېت بەرەو سەر.

۲. تاودان 5 m/s^2 بېت بەرەو خوار.



شیکار:

دو هیز کار له تهنه که ده که ن:

۱. گرزی ته له که T به ره و سهر.

۲. کیشی ته نه که w به ره و خوار

$$w = mg = 2 \times 9.8 = 19.6 N$$

(a) کاتیځ تاودان به ره و سهر ده بیټ، نه و $T > w$ هیزی به رنه نجام به ره و سهر ده بیټ.

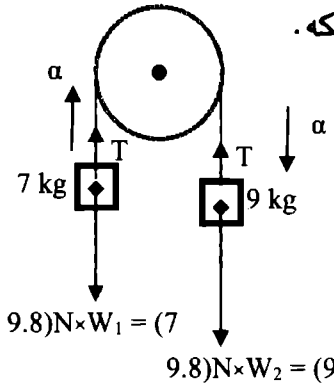
$$\begin{aligned} F &= ma \\ T - 19.6 &= 2 \times 5 \\ T &= 29.6 N \end{aligned}$$

(b) که تاودان به ره و خواره، نه و $w > T$ ، هیزی به رنه نجام به ره و خوار ده بیټ.

$$\begin{aligned} F &= ma \\ 19.6 - T &= 2 \times 5 \\ T &= 9.6 N \end{aligned}$$

نمونه:

په ټیځ به سهر خلوکه یه کدا ده پوات. بارسته ی 7 kg به یه کیځ له دوو کوټایه که ی په ته که هه لواسرا، وه 9 kg به نه وی دیان، بدوزه وه تاودانی کوټمه له که و گرزی په ته که. لیځخشانندن فه راموش بکه.



شیکار:

له بهر نه وه ی په ته که به رده وامه و لیځخشانندن

نیه، گرزی هه ردو لای په ته که وه کیه که.

دو هیز کار له تهنی یه که م ده که ن.

(a) گرزی په ته که به رو سهر T .

(b) کیشی ته نه که به ره و خوار $w_1 = (7 \times 9.8)N$. ته نه که به ره و

سهر ده جولیت. که واته $T > w_1$ ، به رنه نجامی نه و دو هیزه تاودان به

ته نه که ده دات.

$$F = ma$$

$$T - w_1 = ma$$

$$T - 7 \times 9.8 = 7 \alpha \dots\dots\dots (1)$$

دوو هیژ کار له تهنی دووهم دهکات:

(a) گرژی په ته که به ره و سه، T

(b) کیښی ته نه که به ره و خوار $w_2 = (9 \times 9.8) N$

ته نه که به ره و خوار ده جولیت. $W_2 > T$ ، به رته نجامی ئو دوو هیژه تاودان به ته نه که ده دات:

$$F = ma$$

$$W_2 - T = ma$$

$$9 \times 9.8 - T = 9 \alpha \dots\dots\dots (2)$$

به شیکار کردن ئم دوو هاوکیښه پیکه وهییه.

$$\alpha = 1.22 \text{ m/s}^2$$

$$T = 77.1 \text{ N}$$

(5-5) ته وژم و پال Momentum and Impulse

لیگه پئی با ئم به نده به پیناسکردنی ئم دوو بره نوی یه ده سته پیکه ین. دانئ ته توله که یه ک بارسته که ی m ، له ساتیکی دیاریکراودا به خیرایی v ده جوولیت. ده توانین ته وژمی (momentum) ته نه که که هیمای p بؤ داده نیین به م شیوه پیناس بکین. به لیکدانی بارسته ی ته نیک m و خیرایی ته نه که ده گوتی ته وژم p .

$$p = mV \dots\dots\dots (5-4)$$

ته وژم برېځکی ناراسته ییبه چونکه خیرایی ناراسته ییبه، له نیزامی SI دا به که ی ته وژم ده بیته $kg. m/s$ وه له نیزامی $c.g.s$ دا $g.cm/s$.

کاتیځ هیزی F کار له تهنیک ده کات، کارکردنه کesh ماوه به کی کاتی $t_2 - t_1 = \Delta t$ بخاینیت. نهوا پال $impulse$ که هیمای J بو داده نری به م جوړه پیناسه ده کړیت. به لیکدانی هیزی F و نه و کاته ی هیزه که ده بخاینیت له کارکردنه که بیا Δt ده گوتی پال.

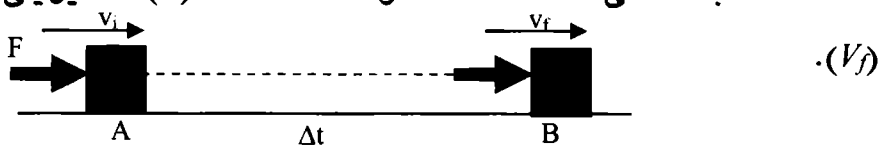
$$J = F \Delta t = F (t_2 - t_1) \dots\dots\dots (5-5)$$

پال برېځکی ناراسته ییبه چونکه هیزی ناراسته ییبه، له نیزامی SI دا به که ی پیوانی پال ده بیته $N. S$ ، وه له نیزامی $g.c.s$ دا ده بیته $dyn.s$.

(5-5) په یوهندی نیوان پال و ته وژم

Relation Between Impulse And Momentum

له وینه (5-3) دا. هیزیکی نه گور F کار له تهنیکي بارسته m ده کات، به تاودانیکی ریک (a) ، له خالی A بو خالی B . ده یجوولینیت. له خالی A دا، له و ساته ی کات (t_1) ، خیرایی تهنه که V_i ، دوا ی تیپه پړوونی ماوه به کی کاتی Δt ، تهنه که به خالی B ده گات، له و ساته دا کات (t_2) ، خیرایی تهنه که



وینه (5-3) هیزی F خیرایی تهنی بارسته m له v_i بو v_f ده گوری به ماوه Δt

$$\therefore F = ma \dots\dots\dots 1$$

$$\alpha = \frac{v_t - v_i}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots 2$$

$$\therefore F = m \times \frac{v_t - v_i}{t_2 - t_1}$$

$$F(t_2 - t_1) = m (v_f - v_i)$$

$$F \Delta t = m v_f - m v_i \dots\dots\dots (5-6)$$

$$F \Delta t = \Delta p \dots\dots\dots (5-7)$$

ههروهك گوتمان به $F \Delta t$ دهگوتري پال و به Δp دهگوتري گوران له تهوژم ، كهواته نهگه رهيژيكي دهرهكي كاري له تهنك كرد بو وچانيكي كاتي دياريكراو. نهوا هيژهكه دهتوانيت تهوژمي تهنهكه بگوپيت. بپي گوپيني تهوژم تهنه ناوهستيتته سهر هيژهكه به لكو دهوهستيتته سهر بپي هيژهكه و ماوهي وچانهكه، نهنجامي ليكدانيان پتي دهگوتري پال. كهواته پال دهبيتته هوئي گوراني تهوژم وه يهكسانه به بپي گوران لهتهوژم.

$$J = \Delta p \dots\dots\dots (5-8)$$

((گوران له تهوژم له ههروچانيكي كاتي دا، يهكسانه به پالي هيژ، له مه مان ووچاندا)).
نموونه :

گزيهكي بچوك بارستهكه ي 0.1 kg ، لهسهر روويكي سه هوئي بيليكخشاندين به دريژايي تهوهر ي x به خيرايبهكي سه رهتايي 20 m/s دهجووليت، خيرايبه كوتايي له م سي حاله ته بدوزه وه.

- (a) نهگه رهيژي 0.2 N بو ماوهي 5 s كار له گزيهكه بكات.
- (b) نهگه رهيژي 0.2 N بو ماوهي 5 s كار بكات، ئينجا هيژي 0.4 N - بو ماوهي 5 s چركه ي دي كار بكات.
- (c) نهگه رهيژي 0.2 N بو ماوهي 5 s كار بكات، ئينجا هيژي 0.1 N - بو ماوهي 10 s كار بكات.

شيكار:

a)
$$F \Delta t = m v_f - m v_i$$

$$0.2 \times 5 = 0.1 v_f - 0.1 \times 20$$

$$v_f = 30 \text{ m/s}$$

b)
$$\Sigma F \Delta t = m v_f - m v_i$$

$$0.2 \times 5 + (-0.4) \times 5 = 0.1 v_f - 0.1 \times 20$$

$$v_f = 10 \text{ m/s}$$

$$c) \quad \Sigma F \Delta t = m v_f - m v_i$$

$$0.2 \times 5 + (-0.1) \times 10 = 0.1 v_f - 0.1 \times 20$$

$$0 = 0.1 v_f - 2$$

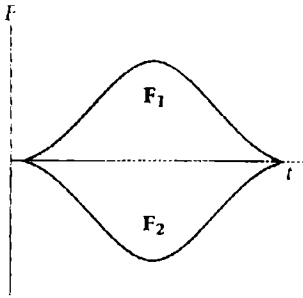
$$v_f = 20 \text{ m/s}$$

$\Sigma F \Delta t$ دەبىتتە سەرجهى ئاراستهئى ھەموو پالەكانى كار لە تەنەكە دەكەن، لىرەدا لەبەر ئەوەى پالەكان لەسەر يەك ھىلى راستن بۆيە جەبرىانە كۆدەكرىنەوہ.

نمونه:

گۆيەك بارستەكەى 0.4 kg ، بۆ لای چەپ بە ئاسۆيى ھاويژرا، بە خىرايى 30 m/s بە ديوارىك كەوت، وە بە ئاسۆيى بۆ لای راست بە خىرايى 20 m/s ھەلگەرايەوہ. ئەگەر بەرکەوتنى گۆيەكە بە ديوارەكە 0.01 s ى خاياندبىت، بېرى ھىزى كاردانەوہى ديوارەكە لەسەر گۆيەكە چەندە؟

شيكار:



ئاراستە بۆ لای راست بە موجدەب دابنى.

$$F \Delta t = \Delta p = p_f - p_i$$

$$F \times 0.01 = (0.4)(+20) - 0.4(-30)$$

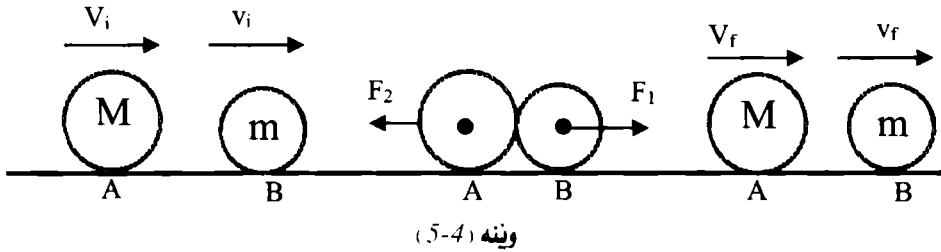
$$F \times 0.01 = 20$$

$$F = 2000 \text{ N}$$

لە راستيدا ئەو ھىزەى گۆيەكە كارى پىدەكاتە سەر ديوارەكە ھىزىكى گۆپاوە. لە سەرەتاي بەريەكەوتن ئەم ھىزەكەمە پاشان زۆر دەبىت ئىنجا كەم دەبىت، لىرەدا F دەكاتە تىكرايى ھىزە گۆپاوەكە. ھىزى كاردانەوہى ديوارەكە لەسەر گۆيەكە بە ھەمان شىوہ دەگۆپىت بە ئاراستەى پىچەوانە.

(5-6) یاسای پاراستنی تهوژم The Law Of Conservation of Momentum

کاتیځ دوو گۆی بلیارد به ریه کده کون، نهوا سه رجه می ئاراسته یی تهوژمی دوو گۆیه که پیش به ریه ککه وتن به کسانه به سه رجه می ئاراسته یی تهوژمیان دواى به ریه ککه وتن. نه مهش نهوه ده گه ینیت که تهوژم پاریزراوه.



له ویننه (5-4) دا، گۆی A ، بارسته که ی M و خیراییه که ی V_i وه گۆی B ، بارسته که ی m و خیراییه که ی v_i . له سه ره مان هیلای راست له سه ره روویکی لووس ده پۆن، دابنئ نه م دوو گۆیه به ریه کده کون. له ساتی به ریه ککه وتن، دوو گۆیه که کار له یه کتر ده کهن. ماوه ی کاتی به ریه ککه وتن که زۆر کورته دابنئ ماوه که t چرکه یه. له م ماوه کورته دا له ساتی به ریه ککه وتن گۆی A به هیزى F_1 کار له گۆی B ده کات. وه گۆی B به هیزى F_2 کار له گۆی A ده کات. به پیتی یاسای سییه می نیوتن نه م دوو هیزه کارو کاردانه وهن. به بر یه کسانن و به ئاراستهش پیچه وانهن. له نهجامی به ریه ککه وتن، خیرایی گۆی A ده بیتته V_f و هی گۆی B ده بیتته v_f .

نه گهر به ته نیا سه رهنج بدهیت به گۆی A . ده توانین بلیین که هیزى F_2 کار له گۆی A ده کات بۆ ماوه ی t چرکه، خیراییه که ی ده گۆرپیت له V_i بۆ V_f . به به کارهینانی هاوکیشه ی (5-6).

$$\therefore F_2 t = M V_f - M V_i$$

وه ههروهها، به گویره ی گۆی B ، هیزى F_1 کار له گۆی B ده کات بۆ ماوه ی t چرکه خیراییه که ی له v_i بۆ v_f ده گۆرپیت. به به کارهینانی هاوکیشه ی (5-6).

$$F_1 t = m v_f - m v_i$$

به لام $F_1 = - F_2$ كارو كاردانه وه

له بهر ئه وهى ئه و كاتهى ئه م دوو هيزه ده بخاينن له كار كردنيان هه مان كاته t.

$$\therefore F_1 t = - F_2 t$$

به له جياتى دانان

$$m v_f - m v_i = - (M V_f - M V_i)$$

$$\therefore M V_i + m v_i = M V_f + m v_f \dots\dots\dots(5-9)$$

له هاوكيشهى (5-9)، ديار ده كه ويئت كه سه رجه مى ته وزمى دوو گويه كه پيش به ريه ككه وتن يه كسانه به سه رجه مى ته وزميان پاش به ريه ككه وتن واته سه رجه مى ته وزمى كۆمه ليك ته ئۆلكه پيش به ريه ككه وتن و دواى به ريه ككه وتن جيگيره و ناگۆرپيئت. به م ياسايش ده گوترى ياساى پاراستنى ته وزم، به م شيوه ش ده رده برپيئت.

له هه ر به ريه ككه وتن يكي نيوان دوو ته ن يان زياتر. سه رجه مى ئاراسته يى ته وزمه كانيان دواى به ريه ككه وتن يه كسانه به سه رجه مى ئاراسته يى ته وزمه كانيان پيش به ريه ككه وتن.

بۆ ته نه گه وره كان، سه رجه مى جووله وزه ي ته نه به ريه ككه وتن وه كان، دواى به ريه ككه وتن. كه متره له سه رجه مى ئه و جووله وزه كانيان پيش به ريه ككه وتن. هۆى ئه مه ش، به شيك له سه رجه مى جووله ووزه ي ته نه كان هه يانه پيش به ريه ككه وتن، بۆ گه رمى و ده نگ ده گۆرپيئت وه بۆ شيواندنى شيوه ي ته نه كان، له ساتى به ريه ككه وتن كارده بيئت، به ئه م جوۆره به ريه ككه وتن كه تيايدا كۆى جووله وزه ي ته نه كان دواى به ريه ككه وتن كه متر ده بيئت له كۆى جووله وزه كانيان پيش به ريه ككه وتن، ده گوترى به ريه ككه وتن ناچير *inelastic collision* $K_f + k_f < K_i + k_i$ له به ريه ككه وتنه

ناجىرەكاندا جوولە ووزە ناپارىزىت، ئەم بىرە جوولە وزەى وون دەبىت، دەگۆرپىت بۇ جوۆرەكانى تىرى وزە، زۆر جار بۇ گەرمى دەگۆرپىت، كەواتە لە ھەموو بەرىيەكەوتنەكاندا وزەى گىشتى دەپارىزىت.

$$K_i + k_i = K_f + k_f + \text{وزە و جوۆرەكانى تىرى وزە}$$

لە لايەكى ترەو، بۇ تەنە سەرتهكان (زۆر رەق) وەك ئاسن و شووشە. لە تاقىكرىدەنەوكانەو دەركەوتو، كە سەرجهمى جوولە وزەى ئەم جوۆرە تەنانە دواى بەرىيەكەوتن بە نىزىكى ھەمان سەرجهمى جوولە وزەكانيانە پىش بەرىيەكەوتن. بە ئەم جوۆرە بەرىيەكەوتنە كە تيايدا سەرجهمى جوولە وزەى تەنەكان لە دواو و لە پىش بەرىيەكەوتن يەكسانن، دەگوتى بەرىيەكەوتنى جىپ (*elastic collison*). لەبەرىيەكەوتنى جىپدا جوولە وزەى گىشتى دەپارىزىت.

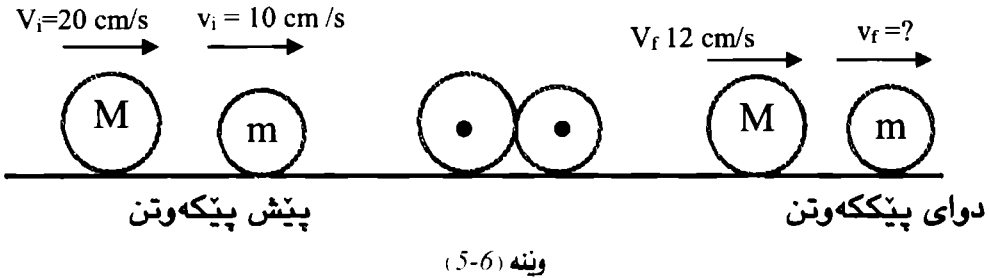
$$K_i + k_i = K_f + k_f$$

بەرىيەكەوتن (كار لەيەك كردن) لەنىوان تەئۆلكە ئەتۆمىيەكان وەك پىرۇتون و نىوتروون لە جوۆرى بەرىيەكەوتنى جىپن. لە راستىدا ياساى پاراستنى تەوژم بە ياساىيەكى گىرنگ لە سىروشتدا دادەنرىت، چونكە بۇ تەنە گەورەكان لە ئاستى تەنە فەلەكىيەكان و تەنە بچووكەكان لە ئاستى تەئۆلكە ئەتۆمىيەكان دروستە.

نەمۇنە:

گۆيەكى شووشە بارستەكەى 60 g، بە خىرايى 20 cm/s لەسەر تەوهرى x بۇ لاي راست دەپوات، گۆيەكى تر بارستەكەى 40 g، لەسەر ھەمان تەوهر بە خىرايى 10 cm/s بۇ لاي راست دەپوات. ئەم دوو گۆيە بەيەكترى كەوتن،

دوای به ریه ککه وتن خیرایی گوی به که م بوو به 12 cm/s . ئایا خیرایی گوی دووهم دوای به ریه ککه وتن چه نده.



شیکار:

سهرجه می ته وژم پیش به ریه ککه وتن = سهرجه می ته وژم پاش به ریه ککه وتن

$$MV_i + m v_i = MV_f + m v_f$$

$$60 \times 20 + 40 \times 10 = 60 \times 12 + 40 \times v_f$$

$$v_f = 22 \text{ cm/s}$$

نموونه:

گویه ک 4 g ، له تفه نگیکه وه بارسته که ی 5 kg بوو به خیرایی 600 m/s ته قیندرا. خیرایی هه لگه پانه وه ی تفه نگی که چه نده؟

شیکار:

پیش ته قین، گولله که و تفه نگی که وه ستاون، خیراییه کانیا ن سفره، سهرجه می ته وژمیا ن سفره، دوای ته قینه وه ش پیویسته سهرجه می ته وژمیا ن سفره بیت.

$$MV_i + m v_i = MV_f + m v_f$$

$$5000 \times 0 + 4 \times 0 = 5000 \times V_f + 4 \times 60000$$

$$0 = 5000V_f + 240000$$

$$V_f = -48 \text{ cm/s} = -0.48 \text{ m/s}$$

نیشانه سالیبه که مانای نه وه به که ئاراسته ی جووله ی تفه نگی که پیچه وانه ی ئاراسته ی جووله ی گولله که به.

نمونه:

مندالیک بارسته که ی 30 kg ، به خیرایی 8 m/s ، خوی فریدایه ناو گالیسکه یه کی بارسته (20 kg) ی وه ستاو. ئایا خیرایی هاوبه شیان چه نده. ((منداله که له ناو گالیسکه که ده سه کنیت)).

شیکار:

$$MV_i + mv_i = MV_f + m v_f$$

له بهر ئه وه ی منداله که له ناو گالیسکه که گیرده بیئت، بۆیه هه ردوکیان هه مان خیراییان ده بیئت.

$$M V_i + m v_i = (M + m) v_f$$

$$30 \times 8 + 20 \times 0 = (30 + 20) V_f$$

$$V_f = 4.8 \text{ m/s}$$

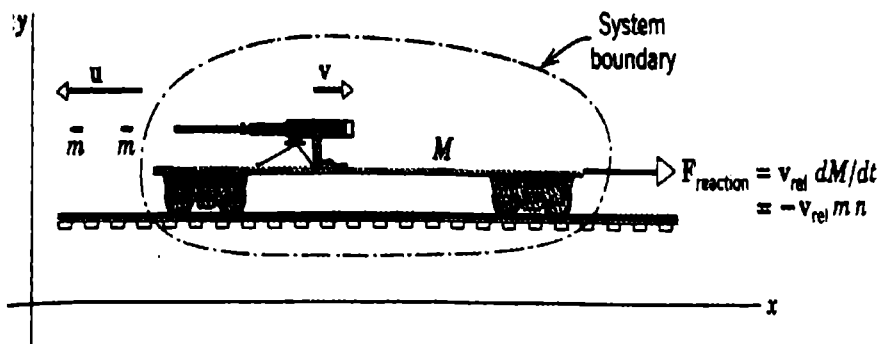
(5-7) رۆکیته کان Rockets

رۆکیته کان، کاراترن له و مووشه کانه ی له تۆپه کانه وه (مدفع) ده هاویژرین، له رووی دووری مه ودايان و کۆنترۆلکردنی ئاراسته کانیان به هوی ده زگا ئه لیکترۆنیه کانه وه.

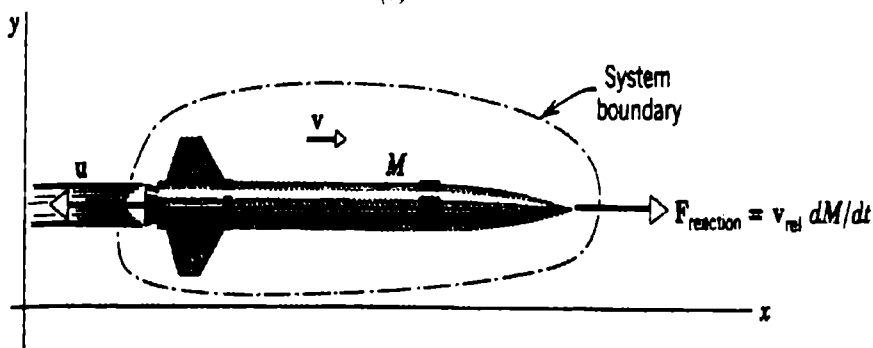
ده توانین رۆکیته پیناسه بکهین، هه ر مه کینه یه که پال به خویه وه ده نیئت به ده رهاویشتنی ماده یه ک ئاماده کراوه بۆ ئه م مه به سته، وه ک ده رهاویشتنی گازی سووتاو به بارسته ی گه وره و خیرایی زۆر له پشته وه ی رۆکیته که.

تفه نگیکى ئۆتوماتیک، چه سپکراو له سه ر گالیسکه یه کی دانراو له سه ر هیلایکی ئاسنی، وینه (5-7)، نمونه یه که له گه ل ئه م پیناسه ی پیشووی رۆکیته ده گونجیئت، ئه و هیزه زۆره ی له ته قینه وه ی بارووده که وه په یدا ده بیئت کار له گوله کان ده کات له وه ستانه وه ده یانجولیننیئت وخیراییان ده گاته V له و

ساته‌ی له لوله‌ی تفهنگه‌که وه به لای راست دهرده‌په‌پن، له هه‌مان ساتدا هه‌مان هیژ کار له تفهنگه‌که ده‌کات به ئاراسته‌ی پیچه‌وانه (کاردا‌نه‌وه) گالیسکه‌که به‌ره‌و لای چه‌پ ده‌جوولینت. ئه‌گه‌ر بارسته‌ی هه‌ر گولله‌یه‌ک m بیت، به‌خیرایی V دهرده‌په‌ریت وه ژماره‌ی گولله‌ ده‌رپه‌په‌وه‌کان له‌ ماوه‌ی t چرکه n گولله‌ بیت، ئه‌وا به‌پیتی یاسای دووه‌می نیوتن، هیژی F ، بۆ ماوه‌ی t چرکه کار له گولله‌کان ده‌کات، له‌ ئه‌نجامدا خیرایی گولله‌کان له‌ سفره‌وه بۆ خیرایی کوتایی زیاد ده‌بیت.



(a)



(b)

وینه (5-7)

a) هه‌لکه‌رانه‌وه‌ی تفهنگه‌ی چه‌سپکراو له‌سه‌ر گالیسکه

b) هه‌لکه‌رانه‌وه‌ی روکیت.

$$\begin{aligned}\therefore Ft &= \Delta mv \\ Ft &= nm v_f - nm v_i \\ Ft &= n m v - nm \times 0 \\ \therefore F &= \frac{n m v}{t}\end{aligned}$$

ئەم ھىزە F كار لە گوللەكان دەكات. بەپىي ياساي كارو كاردانەو ھەمان ھىز كار لە تەنگەكە دەكات بە ئاراستەي پىچەوانە ھەلدەگەرئىتەو بە ئاراستەي لاي چەپ گاليسكەكە لەسەر رىگا ئاسنىيەكە دەجولئىت.

لە رۆكئەكاندا، سووتەمەنى لە ناو مەكىنەكەيدا دەسووتئىت، لەمەو ھە گازی نۆر گەرم پەيدا دەبىت. ھىزىكە لە ئەنجامى زيادبوونی قەبارەي گازەكە پەيدا دەبىت، كار لە گەردىلەكانى گازەكە دەكات. لەراوستانەو ھە گەزەكە دەست بە جۈولە دەكات و بە خىرايەكى نۆر لە پشەتەو ھى رۆكئەكە دەردەچىت، لە ئەنجامدا رۆكئەكە ھەروەك تەنگەكە ھەلدەگەرئىتەو، چونكە ھىزىكى كاردانەو ھە كاری تىدەكات، بە ئاراستەي بەرو پىش دەجولئىت. تەوژمىك بە ئاراستەي پشەتەو بە گازەكە دەدرىت، وە بەپىي ياساي پاراستنى تەوژم، رۆكئەكەش ھەمان بىرى تەوژم بە ئاراستەي بەرەوپىش وەردەگرىت.

ئەم دوو ھىزە، كارو كاردانەو، كە يەكئىكيان كار لە گەردىلەكانى گازەكە دەكات و ئەوئىدىيان بە ئاراستەي پىچەوانە كار لە مەكىنەي رۆكئەكە دەكات، دوو ھىزى ناوھەكىن، پىويست ناكات ھىچ ھىزىكى دەرەكى كار لە رۆكئەكە بكات، وە لەبەر ئەو ھى رۆكئەكان سووتەمەنى و ئوكسىجىن لەگەل خويان ھەلدەگرن، بۆيە دەتوانن لە بۆشاييدا، لە دەرەو ھى چىنى ھەواش ئىش بكەن، وە بە چوستىيەكى نۆرتەر، لەبەر نەبوونی بەرھەلستى ھەوا.

ئەگەر بارستەى گازە دەرپە پىوھە كە لە ماوھى t چركەدا Δm بىت ، وە خىرايىيە كەى لە ئەنجامى كار كوردنى ھىزى F ، لە سفرەوھ بۆ v_r زياد بىت. $((v_r))$ خىرايى رىژەيى گازە دەرپە پىوھە كە يە بە گوئىرەى رۆكئتە كە)). ئەوا بە بەكارھىنانى ياساى دووھى نيوتن لە سەر گازە دەرچووھە كە .

$$Ft = m v_{vf} - mv_i$$

$$Ft = \Delta m v_r - \Delta m \times 0$$

$$Ft = \Delta m v_r$$

$$F = \frac{\Delta m}{t} v_r$$

F ئەم ھىزە يە كار لە گازە دەرپە پىوھە كە دھكات، ھەمان ھىز F بە ئاراستەى پىچەوانە كار لە رۆكئتە كە دھكات و بەرھو پىش دەيجوولئىت. كەواتە :

$$F = - \frac{\Delta m}{t} v_{re} \dots \dots \dots (5-10)$$

نیشانە سالىبە كە ئاماژە بە ئاراستەى پىچەوانە دھكات.

نەموونە :

رۆكئىتىكى سانتورى، گازى گەرم لە مەكئىنە كە يەوھ دەھاوئىژئىت بە تىكراى 1300 kg/s ، خىرايى گەردىلەكان بە گوئىرەى رۆكئتە كە 50000 m/s . ئەو ھىزەى دەرئىتە سەر رۆكئتە كە لە لايەن گازە دەرپە پىوھە كە چەندە .

شىكار :

ئەو ھىزەى دەرئىتە سەر بارستەى ئەو گازەى لە چركە يە كدادەردە پەرىت، دەبىتە .

$$F = \frac{\Delta m}{t} \times v_r$$

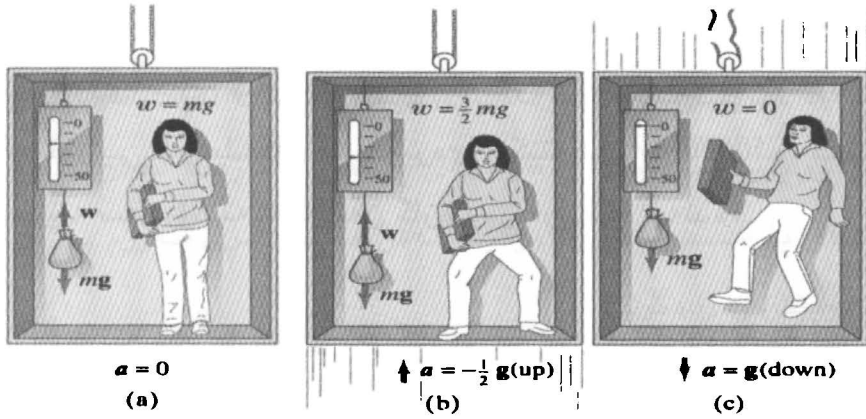
ئەگەر $t = 1 \text{ s}$ و بارستەى گازە دەرپە پىوھە كە لە چركە يە كدا 1300 kg/s بىت، وە خىرايى رىژەيىيە كەى $v_r = 50000 \text{ m/s}$ بىت وە خىرايى سەرھەتابى گازە دەرچووھە كە سفر بىت. ئەوا :

$$F = \frac{1300}{1} \times 50000$$

$$F = 65 \times 10^6 \text{ N}$$

نەمەش ھیزی کارە، بۆ دەرپە پاندنی گازە گەرمە کە ھەمان بېری ھیز بە ئاراستە ی پێچەوانە، (کاردانەو). دەکەوێتە سەر رۆکێتە کە بەرەو پێش دەبجوولینیت.

(5-8) کیشی رووکەش و کیشی راستە قینە Apparent and real weight
لە وینە (5-8a)، مەسەدیکى (نەسکەلە) وەستاو دەبینن، لەگەڵ بوخچە یە ک بە قە پانیکی سپرینگدار ھەلواسراوە، خویندەنەو ی قە پانە کە، ئاماژە بە ئەو ھیزە بەرەو خوارە دەکات کە بوخچە کە کاری پێدەکاتە سەر قە پانە کە. ئەم ھیزەش یە کسانە و پێچەوانە ی ئەو ھیزە یە کە قە پانە کە بەرەو سەر کاری پێدەکاتە سەر بوخچە کە، بەم ھیزە دەلێن w .



وینە (5-8)

- (a) تەنیک لە ناو مەسەدیکى وەستاو ھیزیک دەخاتە سەر قە پانە کە یە کسانە بە کیشە کە $w = mg$
(b) نەگەر مەسەدە کە بە $0.5g$ بەرەو سەر تاویدریت ئەوا کیشی رووکەشی تەنە کە $w = m(1.5g)$
(c) لە مەسەدیکى بە سەر بەست بەر بۆو، تەنە کە تووشی ئەمانی کیش دیت، کە سفر دەخوینیتەو.

خویندەنەو ی قە پانە کە w ھەموو دەم وەکیە ک نێ دەوەستیتە سەر جوولە ی مەسەدە کە. دوو ھیز کار لە بوخچە کە دەکەن، w بەرەو سەر وەکیشی

راسته قينه ی بوخچه که (mg) به ره و خوار، به رئه نجامی ئه م دوو هیزه تاودانی (a) دهدات به بوخچه که:

۱. ئه گه ر مه سعه ده که وه ستاو بیت یان به خیرایی نه گور به ره و سه ر یان

به ره و خوار. بجوولیت ئه و له م سیّ حاله ته. $a=0$

$$\therefore \Sigma F = ma$$

$$w - mg = m \times 0$$

$$w - mg = 0$$

$$w = mg$$

له م سیّ باره ی سه ره وه دا. هیزی w کار له قه پانه که ده کات ئه م هیزه ش ده کاته کیشی راسته قينه ی *real weight* بوخچه که.

۲. ئه گه ر مه سعه ده که به تاودانی (a) به ره و سه ر بجوولیت.

$$\therefore \Sigma F = ma$$

$$w - mg = m \times a$$

$$w = mg + ma$$

له م باره دا، قه پانه که هیزی w ده خوینیتته وه، که به بری ma له کیشی راسته قينه mg زیاتره، له م باره دا به w ده گوتری کیشی رووه که شی (*apparent weight*) که له م باره دا زیاتره له کیشی راسته قينه.

۳. ئه گه ر مه سعه ده که به ره و خوار به تاودانی a بجوولیت.

$$\Sigma F = ma$$

$$mg - w = m a$$

$$w = mg - ma$$

له م باره دا کیشی رووکه ش به بری ma له کیشی راسته قينه mg که متر ده بیت.

۴. ئه گه ر مه سعه ده که به سه ره سستی به ربیتته وه. (بۆ نمونه کیبله که ی

بیچریت)، ئه و مه سعه ده که به تاودانی زهوی ده که ویتته خواره وه، $a=g$.

$$\Sigma F = ma$$

$$mg - w = mg$$

$$w = 0$$

له م باره دا قه پانه که سفر ده خوینیتته وه. بوخچه که وا دیار دهدات که کیشی نه ماوه. (*weight less*). ئه گه ر ئه و که سه ی له ناو مه سعه ده که دایه له م

حالة ته دا قه له ميک به رېداته وه، قه له مه که به زهوی مه سعه ده که ناگات. چونکه قه له مه که ش هه روه که سه که و زهوی مه سعه ده که هه موویان به تاودانی g ده که ونه خواره وه. بویه قه له مه که له به رده م که سه که فرکه ده کات، هه رگیز به زهوی مه سعه ده که ناگات. به م حاله ته ده گوتري رووکه ش نه مانی کیش *apparent weightlessness*، چونکه له راستیدا کیشکردنی زهوی هیشتا کار له قه له مه که ده کات وه کیش که ی هیشتا هه *mg* به. ته نه کان وا خوویان پیشانده دن که بی کیشن ته نها چونکه مه سعه ده که به سه ربه ستي ده که ویتته خواره وه.

خه لکانی ناو مانگه ده سترکرده کانی سووپراوه له خولگه ی نزیک به ده وری زه ویدا، هه ستي کیش نه مانی رووکه ش ده چیژن، هه روه که نه وانه ی له ناو مه سعه ده سه ربه ست به رېووه که ده چیژن. چونکه نه م مانگه ده سترکرده ش له باری به رېوونه وهی سه ربه ستن به تاودانی که یه کسانه به تاودانی زهوی ده که ونه خواره وه. له راستیدا، کیشکردنی زهوی کار له و که س و شتانه ده کات که له ناو مانگه ده سترکرده که دا هه ن. به لام له باری رووکه ش نه مانی کیش دان، چونکه شته کان و مانگه ده سترکرده که ش هه روه که ته نه سه ربه ست به رېووه کان به تاودانی زهوی ده که ونه خواره وه.

نه گه ر مانگه ده سترکرده که، زور له زهوی و مانگ و هه موو ته نه ناسمانیه کان دوور بیټ که له ویدا کاریگه ری کیشکردن (*gravity*) زور لاواز ده بیټ نه و ته نه کان ده که ونه باری کیش نه مانی راسته قینه.

پرسیار و راہینان

پ ۱: بهر نه نجامی نه و هیژانه کار له تهنیکی وهستاو یان جوولاو به

خیراییه کی نه گۆر ده کهن چهنده؟

پ ۲: کاتیک، تهنیک له سهر روویکی ئاسویی بۆ ماوه یه که به خیرایی نه گۆر

دهروات. ئایا نه مه پیویست دهکات هیژیکی دهره کی کار له م تهنه بکات؟

وه لاهمه کهت روون بکه وه.

پ ۳: روونی بکه وه، بۆ ئۆتۆمبیلکی به تال خیراتر دهست به جووله دهکات

له ئۆتۆمبیلکی بارکراو.

پ ۴: چی، تهن ده جوولینیت یان گۆران له جووله پهیدا دهکات؟



پ ۵: له م وینه دا (5-9) بهردیک به دهزویکی

باریک هه لئاسراوه. کام بهشی دهزوه که

ده بچریت:

وینه (5-9)

(a) نه گهر دهزوه که کتوپر به توندی به ره و خوار راکیشریت؟

(b) نه گهر دهزوه که له سهر خۆ بهرده وام به ره و خوار راکیشریت؟ وه لاهمه کهت

روون بکه وه.

پ ۶: یاسای یه که می نیوتن بلی، چه ند نمونه یه که بۆ روونکردنه وهی بده.

پ ۷: نه گهر تاودانی تهنیک سفر بیت، ئایا نه مه مانای وایه که هیچ هیژیکی

دهره کی کاری تیناکات؟ وه لاهمه کهت روون بکه وه.

پ ۸: کاتیک تهنیکی قورس به په تیکی باریک هه لده واسریت، نه و ده توانیت

ته نه که بهرز بکه یته وه به راکیشانیکی له سهر خۆ بهرده وام به ره و سهر،

به لام نه گهر په ته که کتوپر به ره و سهر راجله کینیت ده پسیت. بۆچی؟

پ۹: كاتېك ئوتۇمبېلېك كىتوپ دەۋەستىت، ئەۋا نەفرەكانى لەسەر كورسىەكانەۋە بەرەۋ پېش دەۋاۋىژىن، چى دەبىتە ھۆى ئەم جوولەيە؟
 پ۱۰: كاتېك ئوتۇمبېلېكى ۋەستاۋ لە پىشتەۋە لەلايەن يەكىتر بە توندى لىدەدرىت. ئەۋا سەلكى(سەر) دانىشتوانى ۋەستاۋەكە بەرەۋ پىشتەۋە دەۋاۋىژىن، ھۆى ئەمە روون بىكەۋە. چى بىكرىت بۆ كەمكىردنەۋەى زىيانى قوربانىەكان.

پ۱۱: ياساى دوۋەمى نيوتن بە ۋتەۋ ھاۋكىشە دەربېرە، ئايا ΣF لە ياسايەكە چ ماناى ھەيە؟

پ۱۲: ئەم ھاۋكىشە بدە، كە كىش ۋ بارستە بەيەكتى پەيوەند دەكات. روونى بىكەۋە ئەم ھاۋكىشە چۆن پەيوەندى بە ھاۋكىشەى $\Sigma F = ma$ ھەيە، ئايا ھەرىكە لە w, g, m دەگۈرپىت كاتېك يەكىك لە زەۋيەۋە بۆ مانگ دەپۋات.

پ۱۳: ھىزى كىشكىردى زەۋى لەسەر تەنىكى 2 kg دوۋەند گەۋرەترە لەۋەى 1 kg . كەۋاتە بۆ تەنە قورسەكە خىراتر بەرنابىتەۋە؟

پ۱۴: بەراۋردى ئەۋ دوۋ ھىزە بىكە كە پىۋىستە بۆ بەرزكىردنەۋەى تەنىكى 10 kg لەسەر زەۋى ۋ لەسەر مانگ. ۋە بەراۋردى ئەۋ دوۋ ھىزە بىكە كە پىۋىستە بۆ ھاۋىژىتنى تەنەكە بە ئاسۋىي لەسەر زەۋى ۋ لەسەر مانگ.

پ۱۵: پەيوەندى نىۋان پال ۋ تەۋژم بىركارىانە دەربېھنە.

پ۱۶: ياساى سىيەمى نيوتن بلى. بە چەند نمونەيەك ئاماژە بە كارۋ كاردانەۋە بىكە.

پ۱۷: ئەگەر زىنجىرەيەك گوللە لە فېۋكەيەكەۋە بە ئاراستەى فېرىنى باۋىژىت. ئايا ئەمە كار لە خىرايى فېۋكەكە دەكات؟

پ ۱۸: ئەگەر خۆت لە ناوہ پاسستی رووی دەریاچەکی بەستووی بینی، کە بەتەواوی رووہ سەھۆلیەکی لووس و بیلێکخشاندنە، وە کیسەیک لیرە ی زێرت لابیت، ئایا چۆن خۆت رزگار دەکەیت.

پ ۱۹: روونی بکەوہ بۆ تەوژم بە بپی ئاراستەیی دادەنری؟

پ ۲۰: بۆ ھەست بە ئازاری پەنجەکانی پیت دەکە ی. کاتیك ساتمە لە بەرہەستێک دەکەیت.

پ ۲۱: ئەگەر کەلایەک (ھەلمات) بکەویتە سەر روویکی کاشی، دەبینیت بەرہوسەر ھەلدەگەرپیتەوہ. a) ئایا کەلایەکە ھیزی پیدەویت تا وای لێ بکریت ھەلگەرپیتەوہ. b) ئەگەر ئا، چی ئەم ھیزە دەخاتە سەری؟

پ ۲۲: کاتیك لەسەر زەوی دەوہستیت، ئەو ھیزە چەندە کە زەوی دەیخاتە سەر تۆ بەرہوسەر؟ بۆ ئەم ھیزە بەرہوسەر بەرزی ناکاتەوہ؟

پ ۲۳: کە گوللەیک لە دەمانچەیکەوہ دەتەقیتریت، سەرچاوەی ئەو ھیزە ی کار لە گوللەیک دەکات لە چیەوہیە؟

پ ۲۴: ئەگەر لە ناو مەسەدیگدا، کچێک جانتاکە ی لیکەوت و نەگەیشتە زەوی مەسەدەکە. چی دەربارە ی جوولە ی مەسەدەکە دەرئەنجام دەھینی؟

پ ۲۵: ئەگەر دوو تەن لە دوو تاییەکی تەرازوکی دوو باسک ھاوسەنگ بن، ئایا ئەم تەرازوہ ھەر بە ھاوسەنگی دەمینیتەوہ ئەگەر. a) خرایە ناو مەسەدیکی بە تاودان بەرزبۆوہ. b) لەسەر مانگدا؟

پ ۲۶: تەنێک بارستەکی $(15kg)$ ھ، لەسەر روویکی ئاسۆیی لووس (بیلێکخشاندن) دانرا، ئەگەر ھیزیکی ئاسۆیی $7.5 N$ راییشیت، ئایا لە ماوہ ی $10 s$ لە سەرەتای راکیشانەیکەوہ چەند لادان دەبڕیت. وەلام $(25 m)$.

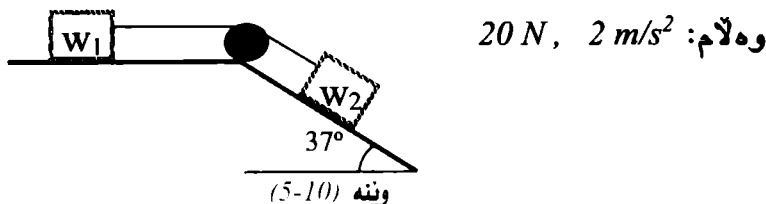
پ ۲۷: تەنىك كېشەكە 980 N . بە پەتىك ھەلۋاسراۋە . تاۋدانى تەنەكە
 چەندە ئەگەر گىرژى پەتەكە a (1000 N بېت . b) 900 N بېت، دابىنى $g = 9.8\text{ m/s}^2$.
 ۋەلام: بەرەو خوار 0.8 m/s^2 b بەرەو سەر 0.2 m/s^2 a
 پ ۲۸: تەنىك لەسەر روۋىكى لىژ بە گۆشە 37° دانرا، ئەگەر ھاۋكۆلكە
 لىكخشاندى خلىسكان لە نىۋان تەنەكە وروۋەكە $\mu_k = 0.1$ بېت، ئايا تاۋدانى
 ئەم تەنە لە كاتى خلىسكانى بەرەو خوار چەندە؟
 ۋەلام: 5.1 m/s^2

پ ۲۹: بارستەى گالىسكەيەك 100 kg . لەسەر روۋىكى ئاسۋى ھاۋكۆلكە
 خلىسكە لىكخشاندى 0.2 دانرا. ئەم گالىسكەيە بەھۋى پەتىك كە گۆشە
 37° لەگەل روۋەكە دروست دەكات، بەھىزى 400 N لە راۋەستانەۋە راكېشرا.
 ئەۋلادانەى گالىسكەكە لە ماۋەى 10 s دەيېرېت چەندە؟ ($g = 9.8$) ۋەلام:
 86 m

پ ۳۰: ئۆتۆمبىلېك بارستەكەى 1500 kg . بەخىرايى 72 km/h لەسەر
 رېگايەكى ئاسۋى بەرەو رۆژھەلات دەپوات، ھاۋكۆلكەى خلىسكە لىكخشاندى
 لەنىۋان تايەكانى ئۆتۆمبىلەكە و رېگاكە 0.3 يە . ئەگەر ئۆتۆمبىلەكە
 مەكىنەكەى بكوژىنىتەۋە، تەنھا لىكخشاندى بەرەلستى جۈۋەى بكات.
 كەمترىن لادان كە ئەم ئۆتۆمبىلە دەيېرېت تا دەۋەستى چەندە؟ $g = 9.8$
 ۋەلام: 68 m/s

پ ۳۱: بارستەى گوللەيەك (20 gr) . بەخىرايى ئاسۋى 300 m/s بە كىسەيەك
 لەم دەكەۋىت، تا لادانى 19 cm دەيىسمىت، ئايا تىكرايى ھىزى
 بەرەلستىكردى لەمەكە بۆ گوللەكە چەندە؟ ۋەلام: 4736.8 N

پ۳۲: له وینه (5-10) دا. تاودانی کومه له که و گزځی نه و پته ته ی دوو ته نه که ی به یه که به ستووه بدوژه وه. دوو رووه که لووسن $w_1 = 98 N$ ، $w_2 = 50 N$.



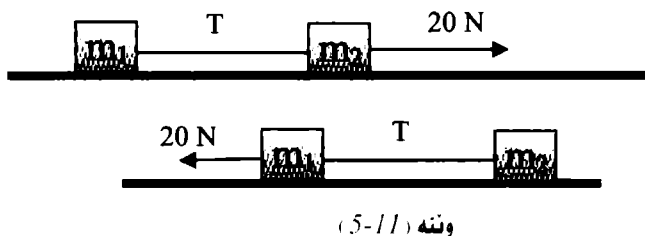
پ۳۳: چ هیڅ څیز پټویسته بڼه وهی بلوکیکی $2 kg$ ی، خیراییه که ی له راوه ستانه وه دواى $0.5 s$ بپیته $4 m/s$ ؟ وه لام $16 N$

پ۳۴: فارگوڼیکی شه مهنده فر، بارسته که ی $1800 kg$. هیڅیکی ئاسویى $7200 N$ کاریتیکرد، له راوه ستانه وه به ماوه ی $5 s$ لادانی $25 m$ ی بری. بدوژه وه.

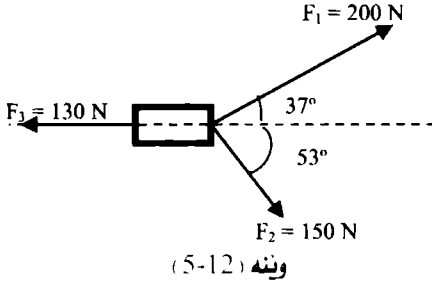
(a) تاودانی فارغوڼه که. (b) به رنه نجامی نه و هیڅانه ی کـارى تیده که ن. (c) هیڅی لیڅخشانندن. (d) هاوگوڼکه ی خلیسکه لیڅخشانندن.

وه لام: a) $2 m/s^2$, b) $3600 N$, c) $3600 N$, d) 0.2

پ۳۵: دوو بارسته $m_1 = 6 kg$ ، $m_2 = 4 kg$ له سه روکیکی ئاسویى بیللیڅخشانندن دانراون. وینه (5-11). گزځی T نه و پته ته که دوو ته نه که به یه کتری ده که ینیت چنده. نه که ر هیڅی $20 N$ نه م کومه له رابکیڅشیت. (a) بڼه لای راست. (b) بڼه لای چه پ؟ وه لام: a) $12 N$ b) $8 N$



پ۳۵: تەنىك بارسىتەكەى 900 kg . ھىزىكى ئاسۋىي 1200 N ى پىدەۋىت بۆ
ئەۋەى تاۋدانى 0.6 m/s^2 ى پىدات، ئايا بېى ھىزى لىكخشاندىن بەرھەلىستەكەر
چەندە؟ ۋەلام (660 N) .



پ۳۶: سى ھىزىلە ۋىنە (5-12) كار
لە تەنىك دەكەن بارسىتەكەى 50 kg
تاۋدانى ئەم تەنە چەندە؟ ۋەلام
 (2.4 m/s^2)

پ۳۷: مەسەدەك (بارسىتە 4125 kg) ، ۋا دروستكراۋە كە گەرەترىن
تاۋدانى 0.06 g بىت، ئايا گەرەترىن ۋ بچوكترىن ھىزى چەندە كە دەبى
مۆتۈرى مەسەدەكە بىخاتە سەر كىپلەكەى (cable)؟
ۋەلام: $(4.29 \times 10^4\text{ N}, 3.8 \times 10^4\text{ N})$

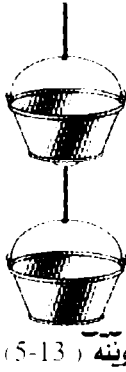
پ۳۸: كرىكارىك 65 kg ، دەيەۋىت لە پەنجەرەى نھۆمى سىيەمى بنايەتىك
بە ھۆى گورىسىك بۆ زەۋى دابەزىت. بەلام بىبەختانە گورىسەكەى تەنھا 57 kg
بەرگە دەگرىت. ئايا ئەم كرىكارە چۆن ئەم گورىسە بۆ دابەزىنەكەى
بەكاردىنىت.

ۋەلام: دەبى بە تاۋدانى 1.2 m/s^2 يان زىاتر بە گورىسەكە بىلسكىت.
پ۳۹: رۆكىتىكى ساتۈرن بارسىتەكەى $2.75 \times 10^6\text{ kg}$. ھىزى $33 \times 10^6\text{ N}$
دەخاتە سەر ئەۋگازەى فرىى دەدات. ديار بىكە.

(a) تاۋدانى سەرەتايى شاولى رۆكىتەكە. (b) خىرايىكەى دۋى 8 s .
(c) دۋى چ ماۋەيەكى كاتى دەگاتە بەرزايى 9500 m . دابىنى بارسىتەى
رۆكىتەكە جىگىرە. (ئەمە روونادات).

ۋەلام: a) 2.2 m/s^2 , b) 18 m/s , c) 93 s

پټ۴۰: پياويك 61 kg ، دهويت به شاولي بهرهو سهر بازيدات و بؤ بهرزي 0.8 m بهرزيتهوه. ئايا بؤ ئهم مه بهسته دهبي چ هيژيك بخاته سهر زهوي؟ دابني پياوه كه 0.2 m چيچك ده دات پيش باز دانه كه ي. وه هيژه كه ش له م ماوه يه دا بهرهو سهر كار ده كات. وه لام: $3 \times 10^3\text{ N}$ بهرهو خوار



وينه (5-13)

پټ۴۱: دوو ستلي بؤياغ بارسته ي هريه كيان 3.5 kg . به م شيوه ي له وينه ي (5-13) پيشاندارون به دوو په تي كي ش فهرامؤشكراو هه لؤاسراون. گرزي ههر په تيكيان چه نده؟
(a) نه گهر دوو ستله كه وه ستاوبن.

(b) نه گهر دوو ستله كه به تاوداني 1.6 m/s^2 بهرهو سهر رابؤ. وه لام:

(a) 68.9 N بؤ په تي سهره وه، 34.3 N بؤ په تي خواره وه.
(b) 79.8 N بؤ په تي سهره وه، 39.9 N بؤ په تي خواره وه.

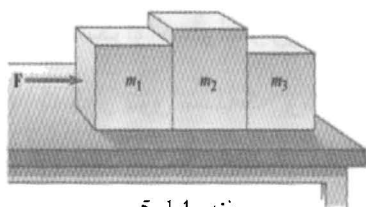
پټ۴۲: له داميني روويكي ليژه وه (22°). خيرايبه كي سهره تايي 4 m/s به خشتيك (block) درا:

(a) تا چ دووريه كه له سهر رووه ليژه كه خشته كه بهرهو سهر ده پوات.
(b) چه ند كات ده خاينيت تا ده گهر پته وه شويني ده ستيكردي (ليكخشاندين فهرامؤش بكه). وه لام: 2.18 s b) 2.18 m a)

پټ۴۳: بارسته ي m راوه ستاوه كه $t = 0$ ، ئينجا هيژيك نه گوري F_0 كاري تيده كات بؤ ماوه ي t_0 ، كتوپر هيژه كه ده بيه دوو هه ند $2F_0$ ، ئهم هيژه به نه گورپ ده مينيتته وه تاكو $t = 2 t_0$. لاداني گشتي بپاوب دؤزه وه له $t = 0$ بؤ $t = 2 t_0$. وه لام: $\frac{5}{2} \frac{F_0}{m} t_0^2$

پ ۴۴: مەكىنەى شەمەندەفەرئىك دوو فارگۇنى ھەمان بارستە رادەكىشىت، بسەلمىنە كە گرژى بەستنى مەكىنەكە بە فارگۇنى يەكەم دوو ھەندى گرژى بەستنى فارگۇنى يەكەم و دوو ھە. (بۆ ھەر تاودانىكى نە سفرى شەمەندەفەرەكە).

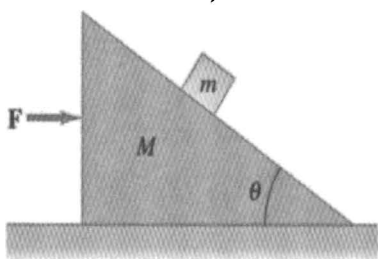
پ ۴۵: سى بلۆك لەسەر روویكى ئاسۆى بىللىكخشانندن بەیەكتى گە یەندراون (وینە 5-14) ھىزىكى ئاسۆى 96 N خرایە سەر بلۆكى يەكەم وە بارستەى ھەر بلۆكىك (12 kg) بدۆزەوہ.



وینە (5-14)

(a) تاودانى كۆمەلەكە.
(b) ھىزى بەرنە نجام لەسەر ھەر بلۆكىك.
(c) ئەو ھىزەى ھەر بلۆكىك دەىخاتە سەر ھاوسىيەكەى.

وہ لām: a) 2.67 m/s^2 b) 32 N c) $F_{23} = 32\text{ N}$, $F_{12} = 64\text{ N}$

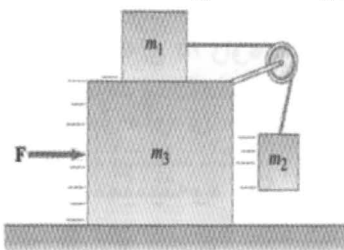


وینە (5-15)

پ ۴۶: بلۆكىكى بچووك بارستەى m لەسەر رووہ لیژەكەى بلۆكىكى ترى سىگوشەىى دانرا، ئەمەش خۆى لەسەر روویكى ئاسۆىى دانراوہ.

وینە (5-15)، ئەو ھىزە F دیارى بکە، کار لە M بکات بۆ ئەوہى m لەسەر رووہ لیژەكە نە جولیت. دابنى ھەموو رووہكان بىللىكخشانندن.

وہ لām: $F = (M+m) g \tan \theta$



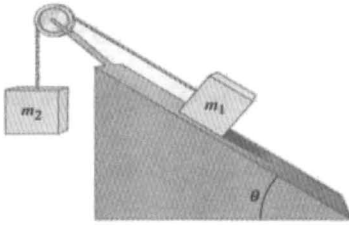
وینە (5-16)

پ ۴۷: ھاوکیشەيەك بۆ بپرى F دەربەینە كە خراوہتە سەر بلۆكە گەرەكە m_3 لە وینە (5-16) دا. بە جۆرئىك m_1 نە جولیت بە

گوځړه ی m_3 ، دابنې همو رووه کان لووسن و
 m_2 به m_3 ناکه ویت.

$$F = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)m_2g}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}$$

پ ۴۸: بلوکی بارسته m_1 له سره روویکی لیژی
 بیلېکشانندن دانراوه. به هوی په تیکی سووکی
 تپه ریو به سره خلوکه یه ک به بارسته ی m_2
 به ستراره، وینه (5-17)، هاوکیشه یه ک
 دره بهینه بۆ ه ژمارکردنی تاودانی
 سیسته مه که به ده لاله تی g ، θ ، m_1 ، m_2 . (بۆ
 جووله ی m_1 به ره و خوار) نه گه ر $m_1 = m_2$

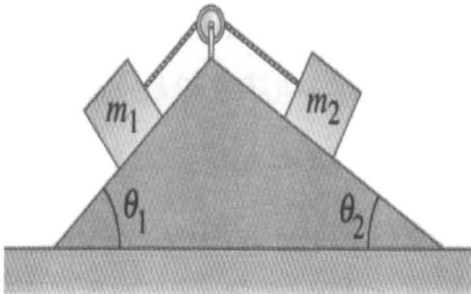


وینه (5-17)

1 kg وه $\theta = 30^\circ$. تاودان چه نده.

وه لام: $a = \frac{(m_2 - m_1 \sin \theta)g}{m_1 + m_2}$ ، 2.45 m/s^2

پ ۴۹: دوو بارسته m_1 ، m_2 له سره
 دوو رووی لووس (بیلېکشانندن)
 ده خلیسکین وینه (5-18)، a ،
 هاوکیشه یه ک دره بهینه بۆ حسیبکردنی
 تاودانی سیسته مه که به ده لاله تی m_1 ،
 g ، θ_1 ، θ_2 ، m_2 . (به ره و خوار
 ده خلیسکیت).



وینه (5-18)

وه لام: $a = \frac{(m_1 \sin \theta_1 - m_2 \sin \theta_2)g}{m_1 + m_2}$

پ۵۰: لە وێنە (5-18) دا پرسپاری 49، ئەگەر $\theta_1 = 30^\circ$ ، $\theta_2 = 20^\circ$ ، $m_2 = 6 \text{ kg}$ ، $m_1 = 5 \text{ kg}$ ، بدۆزەوه.

(a) تاودانی کۆمەڵە (b) گرژی پەتە.

وەلام: a) 0.36 m/s^2 ، b) 26.3 N

پ۵۱: ئەو هیزە ی کار لە رۆکیتێک دەکات لە ساتی هەلسانی چەندە؟ کاتێک گازە پالەدەرەکان بە تیکرپای 1200 kg/s دەرەپەرن و بە خیرایی 50000 m/s . وەلام: $6 \times 10^7 \text{ N}$

پ۵۲: تەوژمی چۆلەکیەک، بارستەکی 30 g و خیراییەکی 12 m/s بێت چەندە؟ تەوژمەکی پاش 12 s دەبێتە چەند ئەگەر هەوا بەرھەڵستی بکات بە هیزێکی نەگۆر بڕەکی $2 \times 10^{-2} \text{ N}$ بێت.

وەلام: $0.36 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ، $0.12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

پ۵۳: لۆرییەک بارستەکی 9700 kg ، بە خیرایی 18 m/s بە ئۆتۆمبیلێکی دی راوەستاو دەکەوێت، دواى بەریەککەوتنی بەیەکەو دەنوسێن و بە خیرایی 4 m/s دەجوولێن، ئایا بارستەى دووهم ئۆتۆمبیل چەندە؟

وەلام: 33950 kg

پ۵۴: پڕۆتۆنیکی بارستە $1.01u$ ، بە خیرایی $3.6 \times 10^4 \text{ m/s}$. جیرانە روو بە روو بە ناوکیکی وەستاوی هیلۆم دەکەوێت، بارستەکی $m_{\text{He}} = 4u$ ، خیرایی هەر یەک لە پڕۆتۆنەکو و ناوکی هیلۆمەکو دواى بەریەکەوتن چەندن؟ روونکردنەوه: دوو هاوکێشە دابنێ، یەکەمیان لەسەر بنچینەى یاسای پاراستنى تەوژم ئەویدیان لەسەر بنچینەى یاسای پاراستنى جوولە وزە . u = یەکەى بارستەى گەردیلەیی $= 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

(پێویست بەم راستیە نیه)

وہ لām: خیرایی $1.45 \times 10^4 \text{ m/s} = He$

خیرایی $-2.15 \times 10^4 \text{ m/s} = p$

پ۵۵: ناوکی گہردیلہ یہ کی وہ ستاؤ، تیشکے وہ ریانہ (*Radiactively*)
ہہ لؤہ شایہ وہ (*decay*) بؤ تہ نولکے یہ کی ئە لفاؤ ناوکیکی بچوکتہ، ئایا خیرایی
ہہ لگہ پانہ وہی ناوکه بچوکه که چہ ندہ؟ ئە گہر خیرایی تہ تۆلکه ئە لفاہ کہ
 $2.5 \times 10^5 \text{ m/s}$ بیئت. دابئی، بارستہی ناوکه ہہ لؤہ شاوہ کہ 57 ہہ ندی
بارستہی تہ تۆلکه ئە لفاہ کہ یہ. وہ لām: $4.4 \times 10^3 \text{ m/s}$

پ۵۶: گالیسکے یہ ک لہ سہر ہیلکی ئاسنی ئاسوی بیلیکخشاندن، بہ خیرایی
 15 m/s دہ پوات. زیدہ باریک (*Load*) بارستہ کہی 350 kg ، بہ ردراہ وہ سہر
گالیسکے کہ. خیراییہ کہی دہ بیئتہ چہ ند. وہ لām: 9.35 m/s

پ۵۷: گوللہ یہ کی بارستہ 12 g ، بہ خیرایی 190 m/s بہ بلوکیکی تہ ختہ
(*wood*) بارستہ 2 kg کہ وت. ئە گہر بلوکه کہ لہ سہر تہا وہ ستاویئت لہ سہر
روویکی لووس دانرایئت، بہ چ خیراییہ ک دہ جوولیت دواي ئە وہ گوللہ کہ
بہ خیرایی 150 m/s لئیہ وہ دہ ردہ چیئت. وہ لām: 0.24 m/s

پ۵۸: تہ وریکی 10 kg . بہ ہیزی 500 N بہ کۆلکہ داریکی گہرہ ہ کہ ویئت،
لہ ماوہی 0.05 s دہ وہ ستیئت. بری پال بدۆزہ وہ، بہ چ خیراییہ ک تہ ورہ کہ بہ
کۆلکہ دارہ کہ کہ وتوہ؟ وہ لām: 25 N.s , 2.5 m/s

پ۵۹: بارستہی تۆ 80 kg ، لہ سہر روویکی سہ ہۆل وہ ستاوی، لیکیکخشانندیکی
فہرامۆشکراو لہ نیوان پییہ کانت و سہ ہۆلہ کہ ہ یہ، ہہ فالیکت، تۆپییک
بارستہ کہی 0.4 kg ئاسوییانہ بہ خیرایی 15 m/s بؤ تۆ فپی دہ دات.

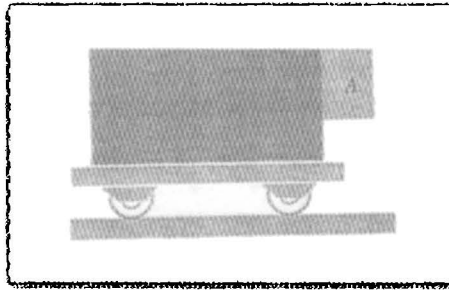
(*a*) ئە گہر تۆ بہ و خیراییہ تۆپہ کہ ت گرتہ وہ، ئایا تۆ و تۆپہ کہ بہ چ
خیراییہ ک دہ جوولین؟

(b) ئەگەر تۆپەكە بە سنگت كەوت و بە ئاسۆیی و بە خیرایی 15 m/s بە ئاراستەى پېچەوانە ھەلگەرایەو. ئایا دواى بەرکەوتنەكە ئەم جارە

خیراییت دەبیته چەند؟ وەلام: 0.0746 m/s , 0.15 m/s

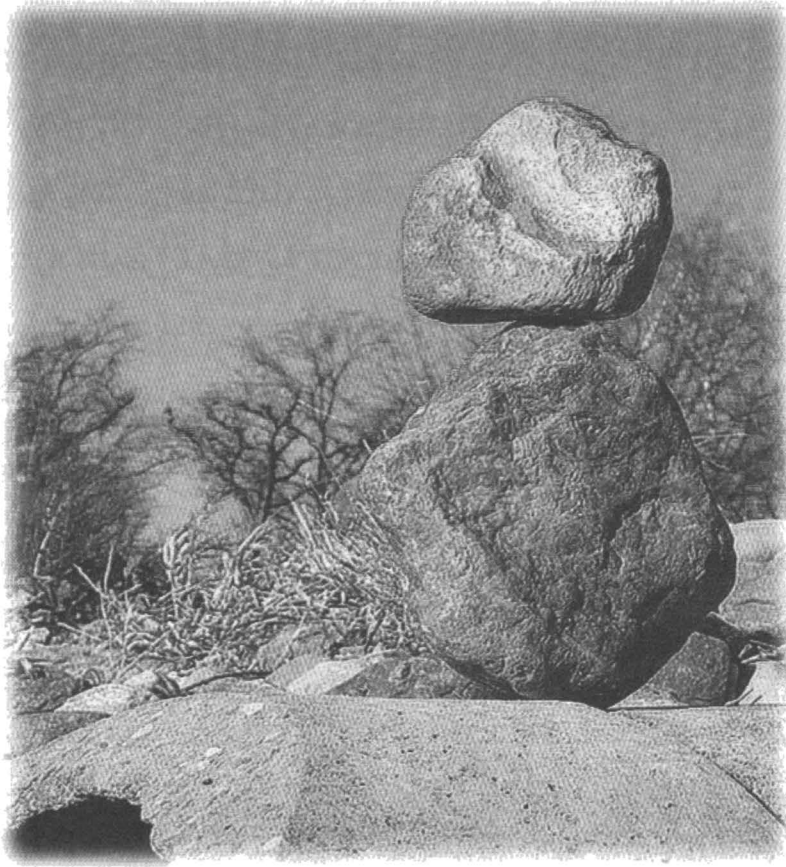
پ. ۶۰: دەبیٹ ئەو گالیسكە لە وینە (5-19) چ تاودانیكى ھەبیٹ بۆ ئەو ھى بلۆكى A نەكە ویت. ھاوگۆلكەى سەرەتا لێكخشاندن لە نیتوان بلۆكەكەو

گالیسكەكە (μ_s). وەلام: $\frac{g}{\mu_s}$



وینە (5-19)

ئىش ، توانا ، وزە
work , power , and energy



يەككە ئە نامانچە سەرەككەكانى فېزىيا ، لىكۆلىنەۋەيە ئە شتىك ھەموومان ياسى دەكەين و دەربارى دەدوئىن ئەۋىش وزەيە ، بابەتى وزە زۆر گرنگە چونكە شارستانى ئىستامان لەسەر دەستكەۋتن و بەكارھىنانى وزە بىناكراۋە . ھەموو كەس دەزانىت كە ھەموو جۆرە جوۋلەيەك پىنويستى بە وزە ھەيە ، فېزىنى فرۆكەكان بە ئاسماندا ، گواستەۋە بەھۋى ئۆتۈمبىلەكان ، گواستەۋە تەنىك بۆ نەۋمىكى سەرۋەتر ، فېزىدانى تۈپك ، ئەمانە ھەموۋىان وزەيان پىندىۋىت ، مانگانەش پارەيەكى زۆر سەرف دەكەين بۆ نەۋمى وزەمان دەستكەۋىت و كارى پى بىكەين . ئايا وشەى وزە ماناى چيە ياساى ئىش - وزە چيە يەكەكانى پىۋانى چىن ئەۋانە ئەم بەشەدا روۋندەكەينەۋە .

پیشہ کی :

ئەو جیاوازه بایه خداره ی نیوان شارستانی ئیستاو دیرین بۆ ئەو به کارهێنانه فراوانه ی وزه له سه رچاوه کانی تره وه ده گه پێته وه . سه ره پای سه رچاوه ی وزه له ماسوولکه کانی مروّف و ئاژه له کانه وه . ئەو پیشکه وتنه ی له فیزیا روویداوه ، به هۆی ئەو که سانه وه بووه ، که هه ولایانداوه له وزه تیگه ن و کۆنترۆلی بکه ن و به رینگای سوودبه خشانه به کاری بهینن، له میژووی رێپه وی پیشکه وتنه ی زانستی فیزیادا، بیرۆکه ی وزه ، رۆلێکی بنه په تی و گرنگی هه بووه ، تاراده یه کی ئەوتۆ به فیزیا ده گوترا زانستی وزه و گۆپینه کانی

science of energy and its transformation

له شارستانی ئەمڕۆماندا بریکێ فراوان له وزه به کاردیت، که به رێژه یه کی زۆر له سه رچاوه ی وزه ی سووته مه نیه به به ردبووه کان وه رده گیریت (Fossil Fuel Energy) وه ک نه وت، گازو خه لۆزی به ردی . به لام پاشماوه کانی ئەمانه بێبه ختانه به شداری له پیسبوونی ژینگه و گۆپینی باری که شو هه وا ده که ن . هه ول ده دریت سه رچاوه ی وزه ی جیگره وه به کاریبه ئنریت، ئەوانه کاریگه ریان له سه ر پیسبوون زۆر که متره ، وه ک وزه ی خۆر و با و گه رمی ناوه وه ی زه مین و ئاوی تافگه کان .

(6-1) ئیش Work

وشه ی ئیش، به شیوه یه کی گشتی په یوه ندی به زۆر چالاکیه جیا جیاکانی رۆژانه هه یه . هه موو چالاکیه ک له رووی فیزیاه به ئیش داناندریت . وه ک، بیرکردنه وه ، پالدان دیوارێک، گواستنه وه ی جانتایه ک به ئاسۆیی له شوینیکه وه بۆ شوینیکێ تر . هه رچه نده هه لسان به م کارانه مروّف ماندو بێزار ده که ن، له بابته ی فیزیادا ئیش مانایه کی تایبه تی هه یه ، تا ئەم مانا تایبه تیه

روون بکەینهوه ئەم پرسیاره دهخەینهپوو. ئایا چی جیبه‌جی ده‌کریت کاتیڤ هیزیک کار له‌ته‌نیک ده‌کات و بۆ لادانیکی دیاریکراو ده‌یگوازیته‌وه؟ وه‌لام: - ئەم هیزه ئیش له‌سه‌رت‌ه‌نه‌که جیبه‌جی ده‌کات به‌مه‌رجیک هیزه‌که یان به‌کیک له‌پیکنه‌ره‌کانی هیزه‌که به‌ئاراسته‌ی لادانه‌که بێت. له‌راستیدا، بپی ئه‌و ئیشه‌ی به‌سه‌رت‌ه‌نیکدا که له‌لایه‌ن هیزیکه‌وه ئه‌نجام ده‌دریت، ده‌پیریت به‌ئه‌نجامی لیکدانی بپی لادانه‌که و پیکنه‌ری هیزه‌که به‌ئاراسته‌ی لادانه‌که. به‌وته‌یه‌کی تر. بپی ئیش به‌کسانه به‌ئه‌نجامی لیکدانی ژماره‌یی (Scalar Product) ئاراسته‌داری هیز و ئاراسته‌داری لادان. (به‌ند 6-2)

$$w = F \cdot d \dots\dots\dots 6-1$$

له‌وینه (6-1)دا. هیزی F کار له‌ته‌نیک ده‌کات له‌خالی A یه‌وه ته‌نه‌که ده‌جوولینیت بۆ خالی B و لادانی d ده‌پیریت. ئاراسته‌ی هیزه‌که‌ش گۆشه‌ی θ له‌گه‌ڵ ئاراسته‌ی لادانه‌که دروست ده‌کات.

بپی ئه‌و ئیشه‌ی هیز F ده‌یکات، به‌ئه‌نجامی لیکدانی لادانه‌که و پیکنه‌ری هیزه‌که به‌ئاراسته‌ی لادانه‌که حساب ده‌کریت. که‌واته:

$$w = F d \cos \theta \dots\dots\dots 6-2$$



دوو بپی ئاراسته‌ییمان به‌کار هینا (هیزو لادان). به‌لام خۆی ئیش بپیکتی ئاراسته‌یی نیه.

وینه (6-1) که‌سینک سندوقیک له‌سه‌ر زمو‌ی رادەگیشته‌ بپی ئیشی کراو له‌لایه‌ن هیزی F ده‌کاته $w = F d \cos \theta$ لادانه‌ی d

سەرئەنجام:

۱. کاتێک $\theta = 0$ واتە کە ھێزێک لادانە بە ھەمان ئاراستە دەبن. ئەوا

$$\cos \theta = 1$$

6-3 $w = F d$ نیشە کە مۆجەب دەبێت.

۲. کاتێک ھێزە کە پێکنەرێکی دەبێت بە ئاراستەی لادان ئەوا $\theta \neq 0$ دەکەوێتە

نیوان $0, 90^\circ, \cos \theta$ مۆجەب دەبێت. نیشە کەش مۆجەب دەبێت.

۳. کاتێک ھێزە کە ستوون دەبێت لە سەر لادان،

ئەوا $\theta = 90^\circ$ $\cos 90^\circ = 0$. ئەوا بێ ئەرک

نیشە ی لە لایەن ئەم ھێزەو دەکرێت سفر

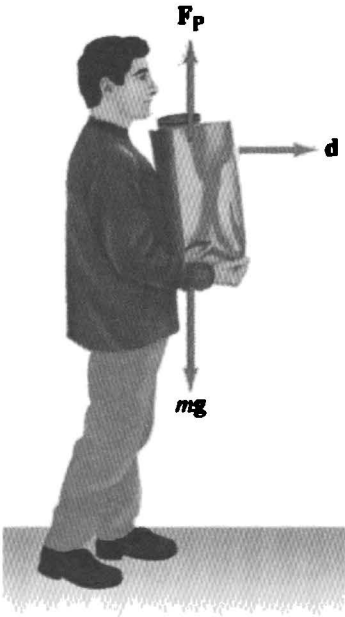
دەبێت. مانای ئەم ھێزە نیش بە پێ ناکات.

لە وێنە (6-2)دا، پیاویک کێسە یەکی قورس

شتومە ک بە دەستەکانی ھەلگرتوو. ئەم پیاو

بە ھێزی F_p بەرھەو سەر کار لە کێسە کە دەکات کە

یە کسانە بە کێشی کێسە کە.



وێنە (6-2)

ئەو نیشە ی لە سەر کێسە کە دەکرێت لە لایەن پیاو کەو دەسەر، F_p ستوونە لە سەر لادانی d

بە لای ئەم ھێزە بەرھەو سەر F_p ستوونە لە سەر لادانە ئاسۆییە کە ی کێسە کە

d . بۆیە ھیچ نیشێک بە ئاراستەی ئەم جوولە یە بە پێ ناکات. $w = 0$ ، ئەم

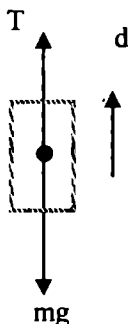
دەرئەنجامەش لە پێناسەی نیشەو دەردەچێت $w = 0$ چونکە $\cos 90^\circ = 0$ ،

$\theta = 90^\circ$. بۆیە ھەر کاتێک ھێزێکی دیاریکراو ستوون بێت لە سەر ئاراستەی

جوولە، ئەوا نیش لە لایەن ئەم ھێزەو بە جێناھێنرێت.

۴. کاتیك هیزه که پیکنه ریکی به پیچه وانه ی ناراسته ی لادانی ده بیئت، گوشه ی θ ده که ویتنه نیوان 90° , 180° نه و $\cos \theta$ سالیب ده بیئت.

نیشه که ش سالیب ده بیئت.



ویننه (6-3)

له ویننه (6-3) ته نیک به په تیک هه لواسراوه. کاتیك ته نه که به رزده کریته وه، نه و بری نه و نیشه ی به سهر ته نه که له لایه ن هیزی به رزکه ره وه T ده کریت، موجه به. چونکه گوشه ی نیوان ناراسته ی T و ناراسته ی جووله (d) سفره،

$$\cos \theta = 1 \text{ نیشه که } w \text{ موجه ب ده بیئت.}$$

به لام نه و نیشه ی له لایه ن هیزی کیشکردن mg به سهر ته نه که دا ده کریت سالیبه، چونکه ناراسته ی هیزی mg و ناراسته ی لادان d پیچه وانه ن. $\cos \theta = 180^\circ = -1$, $\theta = 180^\circ$ نیشه که w سالیب ده بیئت.

ناگاداربه، هه موو جار نیمه نه و نیشه حسیب ده که یین که هیزیکی دیاری کراو ده یكات، بویه دلنیا به له دیارکردنی کام هیز نه و نیشه ده کات که تو مه به سته حسیبی بکه یت.

(6-2) یه که کانی نیش Units of work

یه که کانی نیش به نده به یه که کانی هیزو یه که کانی لادان. له نیزامی نیوده و له تی SI یه که ی پیوانی هیز نیوتنه N . وه هی لادان مه تره m وه له بهر نه وه ی $w = F d$. بویه یه که ی پیوانی نیش ده بیئت نیوتن - مه تر. $(N \cdot m)$. به م یه که ی پیوانی نیش ده گوتری جول J .

پېناسى جۈل: بېرى ئو ئىشە يە كە ھېزىكى نەگۈر دەيكات، بېرەكە يەك
نيوتن (1 N) بېت، كاتىك كار دەكاتە سەرتەنېك و بە ئاراستەى خۇى بىر
لادانى يەك مەتر 1 m دەيجولۇنىت.

لە نىزامى cgs ، ھېز بە يەكەى داین dyn دەپپورى، لادانىش بە سەنتىمەتر
 cm دەپپورى، يەكەى پىۋانى ئىش دەپتە dyn.cm بە ئەم يەكەى پىۋانى
ئىش دەگۈترى ئىرگ erg .

پېناسى ئىرگ: بېرى ئو ئىشە يە، ھېزىكى نەگۈر دەيكات بېرەكە يەك داین
(1 dyn) بېت، كاتىك كار دەكاتە سەرتەنېك و بە ئاراستەى خۇى لادانى يەك
سەنتىمەتر (1 cm) دەيجولۇنىت.

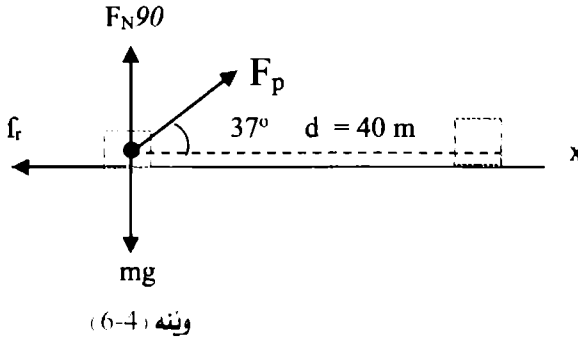
$W = F \times d$		
J	N	m
erg	dyn	cm

$$\begin{aligned}
 1\text{ J} &= 1\text{ N} \times 1\text{ m} \\
 &= 10^5\text{ dyn} \times 100\text{ cm} \\
 &= 10^7\text{ dyn.cm} = 10^7\text{ erg}
 \end{aligned}$$

نمونه:

سندوقىك 50 kg ، بۇ لادانى 40 m لەسەر زەویەكى ئاسۋى راکىشرا بەھۋى
ھېزىكى نەگۈر $F_p = 100\text{ N}$ ، گۈشەى 37° لەگەل زەویەكە دروست دەكات،
زەویەكە زېرە، ھېزىكى لىكخشاندىن 50 N دەخاتە سەر سندوقەكە. بېرى ئو
ئىشە دىارى بکە كە ھەرىكە لەو ھېزانەى كار لە سندوقەكە دەكەن
جىبەجى دەكات، وہ ھەروەھا سافى (net) ئىشى بەرىكراو لەسەر سندوقەكە
دىارى بکە (4-6)

شیکار:



دانی ئاراسته ی لادان (40

m) دهكه ویتته سهر ته وهری

x. چوار هیژمه ن کار له

سندوقه كه دهكه ن وهك له

وینه 6-4 پیشاندراون.

وینه (6-4)

۱. ئه وهیژه راکیشانه ی پیاوه كه دهیخاته سهر سندوقه كه F_p .

۲. هیژی لیكخشاندن به پیچه وانه ی ئاراسته ی جووله f_r .

۳. كیشی سندوقه كه به ره و خوار mg .

۴. كاردانه وهی ستوونی زه وویه كه له سهر سندوقه كه به ره و سهر F_N .

(۱). ئه و ئیشه ی هیژی راکیشان ئه نجامی ده دات:

$$\begin{aligned} w &= F_p \times d \times \cos \theta \\ &= 100 \times 40 \times \cos 37^\circ \\ &= 100 \times 40 \times 0.8 = 3200 J \end{aligned}$$

(۲) ئه و ئیشه ی له لایه ن هیژی لیكخشانده وه به پری ده كریت.

$$\begin{aligned} w &= F_r \times d \times \cos \theta \\ &= 50 \times 40 \times \cos 180^\circ \\ &= 50 \times 40 \times (-1) \\ &= -2000 J \end{aligned}$$

گۆشەى نۆوان لادان d و ھىزى f_r ، 180° يە . چونكە بە پىچەوانەى يەكترن .
($\cos 180^\circ = -1$) . كەواتە لىكخشاندن ئىشىكى سالىب بەپى دەكات .

(۳) ئەو ئىشەى ھىزى كىشكردى زەوى بەپى دەكات .

$$\begin{aligned}w_G &= mg \times d \times \cos \theta \\&= 50 \times 9.8 \times 40 \times \cos 90^\circ \\&= 50 \times 9.8 \times 40 \times 0 = 0\end{aligned}$$

كەواتە ئەو ئىشەى لەلايەن ھىزى كىشكردىن بەپى دەكرىت سفرە ، چونكە ئەم ھىزە ستوونە لەسەر لادان .

(۴) ئەو ئىشەى لەلايەن ھىزى ستوونى (كاردانەو ە) F_N دەكرىت ، لەبەر ئەو ەى روو ە ئاسۆيىيە لىرەدا ($F_N = -mg$)

$$\begin{aligned}w &= F_N \times d \times \cos \theta \\&= mg \times d \times \cos 90^\circ \\&= 50 \times 9.8 \times 40 \times 0 = 0\end{aligned}$$

كەواتە ھىزى ستوونى لەسەر روو ە كە ئىش بەپى ناكات .

لە كۆتايىدا ، سافى ئىشى بەرپىكراو دەتوانرىت بە دوورىگا بدۆزرىتەو ە :

(۱) لەبەر ئەو ەى ئىش برپىكى ژمارەيىيە ، سافى ئىشى بەرپىكراو دەكاتە سەرجمى جەبرى ئەو ئىشانەى لەلايەن ھىزەكانەو ە بەجىھىنراون .

$$\begin{aligned}w_{net} &= w_p + w_{fr} + w_g + w_N \\&= 3200 + (-2000) + 0 + 0 \\&= 1200 \text{ N}\end{aligned}$$

(۲) ھەر ەو ە سافى ئىشى بەرپىكراو دەتوانرىت حسىب بكرىت ، يەكەم بە دەرھىنانى بەرئەنجامى ئەو ھىزانەى كار لە تەنەكە دەكەن ، ئىنجا پىكنەرى ئەم بەرئەنجامە بە ئاراستەى لادان دەدۆزىنەو ە .

لہ م نمونہ یہ دا بہرئہ نجامی ہیزہ کانی کار لہ تہ نہ کہ دہ کہن:

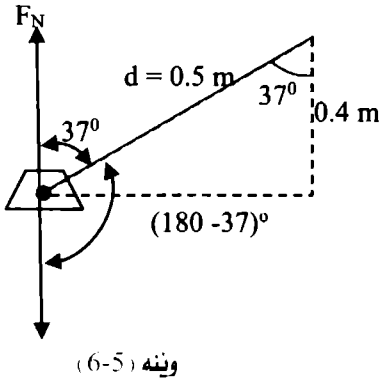
$$F_{\text{بہرئہ نجام}} = F_p \cos \theta - f_r$$

ئینجا یاسای ئیش بہ کار دہ ہینین

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= F_{\text{بہرئہ نجام}} \times d \\ &= (F_p \cos \theta - F_r) d \\ &= (100 \cos 37^\circ - 50) \times 40 \\ &= 1200 \text{ J} \end{aligned}$$

لادان بہ ئاراستہ ی تہ وہری y نیہ . بویہ ئیش بہ پئی ناکریت.

نمونہ:



وینہ (6-5)

کہ سیٹک بارستہ ی 2 kg لہ سہر ناو لہ پی
دہستی داناوہ . ئینجا بہ ئاراستہ ی 37°
لہ گہل شاول بہرہو سہر بہ خیرایی نہ گور
بہرزی کردہوہ تا لادانی 0.5 مہتر بپی.

بدؤزہوہ:

۱. ئہو ئیشہ ی کہ سہ کہ بہ پئی دہکات لہ سہر تہ نہ کہ .

۲. ئہو ئیشہ ی کیشکردنی زہوی بہ سہر تہ نہ کہ دہیکات.

شیکار:

دوہیز کار دہکاتہ سہر تہ نہ کہ:

۱. کار دانہوہ ی ناوپہلی دہستی کہ سہ کہ لہ سہر تہ نہ کہ بہ شاولی بہرہو

سہر. F_N

۲. کیشی خوی به شاولی به ره و خوار $19.6 N =$

له بهر نه وهی ته نه که به خیرایی نه گور ده جولیت، که واته:

$$F_N = mg = 2 \times 9.8 = 19.6 N$$

(۱) نه و نیشهی که سه که له سه ر ته نه که نه نجامی ده دات، ده کاته:

$$\begin{aligned} w &= F \times d \times \cos \theta \\ &= F_N \times d \times \cos \theta \\ &= 19.6 \times 0.5 \times \cos 37^\circ \\ &= 19.6 \times 0.5 \times 0.8 = 7.84 J \end{aligned}$$

(۲) نه و نیشهی کیشکردن له سه ر ته نه که نه نجامی ده دات، ده کاته:

$$\begin{aligned} w &= F \times d \times \cos \theta \\ &= mg \times d \times \cos (180^\circ - \theta) \\ &= 19.6 \times 0.5 \times \cos (180^\circ - 37^\circ) \\ &= 19.6 \times 0.5 \times (-\cos 37^\circ) = -7.84 J \end{aligned}$$

(6-2) توانا Power

له بواری زانست و تیکنولۆجیادا، وشهی توانا پیناسه ده کریت به تیکرایی کاتی جیبه جی کردنی نیش، یان توانا بریتیه له بری نه و نیشهی له یه که ی کاتدا جیبه جی ده کریت. تیکرایی توانا له دابه شکردنی نیشهی جیبه جی کراو به سه ر کاتی خاینراو ده سته که ویت، نه گه ر بری نیشهی جیبه جی کراو w بیت وه کاتی خاینراو بو جیبه جی کردنی نه م نیشه t بیت، نه و توانا P هه ژمار ده کریت به:

$$P = \frac{w}{t} \dots \dots \dots (6-4)$$

بۆ بەرزکردنەوهی کیسه یه کی چه مه نتۆی کیش 500 N بۆ به رزی 12 m له باله خانه یه کدا، بری ئیشی جیبه جیکراو هه مان بری ئیش ده بیئت نه گه ر ئه م ئیشه له ماوه ی 3 ده قیقه یا له ماوه ی 9 ده قیقه ئه نجام بدریئت، به لام له م دوو باره دا، توانا جودایه، توانای به کارهاتوو له جاری یه که م سی هندی جاری دووه مه، چونکه له جاری یه که م کاتی خاینراو که متره. کاتی ئیش به هۆی هیژیکی نه گۆرپه وه جیبه جی ده کریئت ئه و توانا به م شیوه ش ده رده بریئت.

$$P = \frac{Fd \cos \theta}{t} = F \times \frac{d}{t} \times \cos \theta$$

به لام d/t ده کاته تیكرای خیرایی ئه و ته نه ی هیزه که ی خراوه ته سه ر.

$$P = F v \cos \theta \quad \text{که واته:}$$

گۆشه ی θ ئه و گۆشه یه ده که ویتته نیوان ئاراسته ی هیزه که و ئاراسته ی خیراییه که. ئه گه ر $\theta = 0$ ئه و $\cos \theta = 1$

$$P = FV \quad \text{که واته:}$$

له هندی رووداوا بریکی زۆر گه وره له توانا کارده بیئت، به تایبه تی له و رووداوانه ی کاتیکی زۆر کورت ده خاینن. وه ک توانای بروسکه کان و توانای هندی تاقیکردنه وه کانی گه رمیه ناوکیه کان، که بریکی مام ناوه ند له وزه ده رده چیت له ماوه ی چهند به شیکی که م له ملیۆن به شی چرکه یه کدا. بۆیه توانایه کی زۆر گه وره په یدا ده بیئت.

یه که ی پیوانی توانا له دابه شکردنی یه که ی ئیش به سه ر یه که ی کات ده رده چیت.

له نيزامى نيوده ولته تى دا (SI)، يه كه ي ئيش جووله (J) و يه كه ي كات چركه يه (s)، كه واته يه كه ي توانا ده بېته جوول / چركه (J/s) به ئه م يه كه ي توانا ده گوتړى وات ($watt$).

له نيزامى cgs دا. ئيش به ئيرگ (erg) و كات به چركه (s) ده پيورين. كه واته يه كه ي توانا ده بېته ئيرگ / چركه (erg/s).

يه كه يه كى تر هه يه بؤ پيوانى توانا ئه وېش (تواناي ئه سپ) ه ($horse\ hp$) ($power$) ($1hp = 746\ watt$)

له بهر ئه وه ي $w = P \times t$. كه وابى ده توانرېت، ليكدانى يه كه ي توانا له يه كه ي كات به يه كه ي ئيش دابنرېت، وه ك وات \times چركه. ده بېته جوول. ($J = watt \cdot s$). وه كيلوات - ساعات (kwh).

نمونه:

به رزكه ره وه يه ك، ته نيك بارسته كه ي $50\ kg$ بؤ به رزى $15\ m$ به ماوه ي $65\ s$ به رزده كاته وه. تواناي ئه م به رزكه ره وه چنده؟

شيكار:

له هه نكاوى يه كه م ده بى كيشى ته نه كه ده ربه ينين.

$$w = mg = 50 \times 9.8 = 490\ N$$

ده بى به رزكه ره وه كه هيږى $490\ N$ به ره و سهر بخاته سهر ته نه كه. له ماوه ي به رزكرده وه ي ته نه كه دا. هر ئه م هيږه شه ئيش به سهر ته نه كه جي به جى

ده كات. بؤ ده رميئنانى توانا ئه م هاوكيشه يه به كارد ده ميئين.

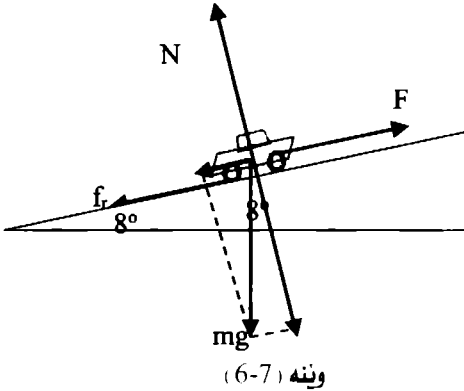
$$P = \frac{F \times d}{t} = \frac{490 \times 15}{65} = 113\ watt$$

نمونه :

ئۆتۆمبىلنىڭ بارىستەگە ى 1500 kg بە سەر رووىكى لىژ دەگە وىت، بە خىرايى 60 km/h . گۆشە ى لىژى رووگە 8° يە و ھىژى لىڭخشاندىنى دژ بە جوولە 142

N . ئايا تواناى مەكىنە ى ئەم ئۆتۆمبىلە چەندە ؟

شىكار: $w=mg=1500 \times 9.8 = 14700 \text{ N}$



ئە و ھىژە ى مەكىنە ى ئۆتۆمبىلەگە كارى پىدەكات (F)، بە بړ يەكسانە بە كۆى پىكنەرى كىشى ئۆتۆمبىلەگە تەرىب بە رووگە و ھىژى لىڭخشاندىن، ئارپاستەگەشى بەرە و سەر دە بىت. وىنە (6-7).

$$\begin{aligned} F &= mg \sin \theta + f_r \\ &= 14700 \sin 8^\circ + 142 \\ &= 14700 \times 0.14 + 142 \\ &= 2200 \text{ N} \end{aligned}$$

$$60 \text{ km/h} = 16.7 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} P &= FV \\ &= 2200 \times 16.7 = 36740 \text{ watt} \\ &= 36.74 \text{ Kw} = 49.25 \text{ hp (تواناى ئەسپ)} \end{aligned}$$

(6-3) وزە Energy

ئەگەر تەنىك بتوانى ئىشىك بكات، ئەوا دەلېن ئەو تەنە خاوەن وزەيە، بە وتەيەكى تر، وزە برىتيە لە تواناى كرىنى ئىش. ھەر تەنىك لە تواناى دا ھەبىت، ئىش بەرپى بكات ئەوا وزە ى ھەيە. بۆنمونه ھەريەك لە ئىمە وزە ى

ھەيە چونكە تواناي جوولەي ھەيە يان تواناي جولاندى تەنى ترى ھەيە. جگە لەم نمونە گەلەك نمونەي ترىش ھەن. ۋەك ئۆتۆمبىلى جولاولە، وزەي ھەيە چونكە كاتەك خۇي بە ديوارەك دادەدات لەوانەيە ديوارەكە بروخىنەت. ۋە ھەروەھا سىپرىنگىكى لوولەيى بەستىنراو وزەي ھەيە چونكە كاتەك بەرەللا دەكرەت ئەو تۆپە پالەدەدات كە لەبەردەمى دادەنرەت، ئاوى رۆيشتوو خاۋەن وزەيە. چونكە لە تواناي دا ھەيە ئەو پەروانەي لە رىگاي دادەنرەت بىسوپرىنەت ۋە ھەروەھا وزە بە شىۋەيەكى شاراولە لە نەوت و گازدا ھەلگىراۋە.

(6-4) جۆرەكانى وزە Forms of energy

وزە لە سورشتدا جۆرى زۆرە. دەتوانرەت لە جۆرىكەۋە بۆ جۆرىكى دى بگۆرەت. لەو جۆرانەش:

۱. ميكانىكە وزە *Mechanical Energy*: پىكھاتوۋە لە دوو جۆرە وزە:
 - (a) ماتە وزە *Potential Energy*: بىرىتە لە بىرى ئەو وزەي لە تەنەكدا ھەلگىراۋە، لە ئايندە بەپىي پىۋىست دەتوانرەت بۆ ئەنجامدانى ئىشەككى دىارىكراۋ بەكاربەنرەت، بۆ نمونە ھەريەك لە تەنى دانراۋ لە شوپىنەككى بەرز، سىپرىنگى پەستىوراۋ، ماتە وزەيان ھەيە.
 - (b) جوولە وزە *Kinetic Energy*: بىرىتە لە وزەي ئەو تەنەي كە بە ھۆي جوولەكەيەۋە ھەيەتى. بۆ نمونە. ھەموو تەنەككى جوولاول، جوولە وزەي ھەيە، ۋەك گوللەي ھاۋىژراۋ، ئاوى رۆيشتوو، با *wind*.
۲. كىمىيا وزە *Chemical Energy*: ئەم جۆرە وزە لە نەوت و گاز و پاترىەكاندا شاراولە ھەلگىراۋە.

۳. روناکیه وزه *Light Energy*: ئەمەش ھەر وزەییکی روناکی

بینراوه، وەك روناکی خۆر و ئەستێرەكان سەرچاوەكانی روناکی
وەك مۆم و گلۆپەكان...

۴. گەرما وزه *Heat Energy*: ئەم جوړه وزه له تەنە گەرماكان

هەلگیراوه، گەرمی ئیش بەرئ دەكات ئەو دەمە، له ناوەندیکی
گەرماوه دەچیتە ناوەندیکی کەتر گەرم بە ناو مەکیه گەرمیەکاندا.

۵. دەنگه وزه *Sound Energy*: بریتیه له وزه‌ی شەپۆله‌کانی دەنگ، که

له دەنگی مۆف و ئامیڤر مۆسیقیه‌كان و تەقینه‌وه‌كان.... هتد پەیدا
دەبیت.

۶. کاره‌با وزه *Electrical Energy*: ئەم وزه‌یه به‌هۆی تەزووی کاره‌با

دەگوازیته‌وه، دەتوانیت ئامیڤر کاره‌باییه‌كان ئیش پێ بکات، وەك
پانکه، تەلەفزیۆن، شەمەندەفەری کاره‌بایی..

۷. موگناتیسه وزه *Magnetic Energy*: ئەو وزه‌یه له موگناتیسه‌کاندا

هه‌یه، ورده ئاسن کیش دەكات.

۸. ناوکه وزه *Nuclear Energy*: ئەو وزه‌یه که له‌ناوکی گەردیله‌کاندا

هەلگیراوه. له کاتی هەلۆه‌شانه‌وه‌ی ناوکه‌كان دیارده‌که‌ویت، وەك له
تەقینه‌وه‌ ناوکیه‌كان و ریئه‌کتۆره‌ ناوکیه‌ن.

به‌ شیوه‌یه‌کی گشتی: ھەر شتێك توانای ئیشکردنی هه‌بیت ئەوا وزه‌ی هه‌یه.

واته وزه‌ توانای کردنی ئیشه‌.

(5-6) میکانیکه وزه

دوو جوړه: (۱) ماته وزه (۲) جووله وزه

(۱) ماته وزه: *Potential Energy (PE)*

توانای به جیټنای نیشه له لایه نه نیکه وه له سایه (به هوی) شوینه که یه وه. یان له سایه شپوه که یه وه، نه گهر وزه ته نه که بگه پښته وه بۆ سایه نه شوینه ته نه که ی لپه نه وا ده گوتی، نه ته نه ماته وزه کیشکردنی هیه. *Gravitational P.E* وه نه گهر ماته وزه ته نه که بگه پښته وه بۆ سایه شپوه که ی نه وا ده گوتی نه ته نه ماته وزه جبری هیه. *Elastic P.E*.

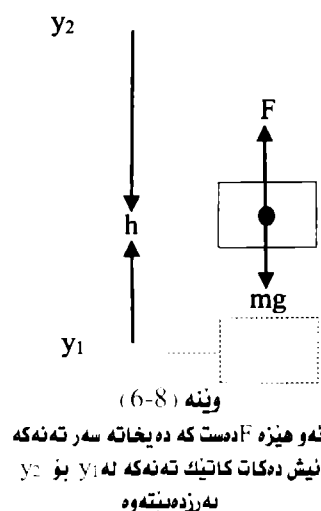
(a) ماته وزه کیشکردن *Gravitational Potential Energy*

ماته وزه ته نیک له ناستیکې بلندا. به بری نه نیشه ده پوریت که جیبه جیده کریت بۆ به رزکردنه وه ته نه که له ناستیکې نزمه وه بۆ ناسته بلنده که.

بلوکیکې له بلند دانراو به گویره ی روی زهوی، به هوی نه شوینه به رزه ی لی دانراو ده بیته خاوه نی ماته وزه کیشکردن به گویره ی روی زهوی. وه بری ماته وزه که شی ده کاته بری نه نیشه ی ده کریت بۆ گواستنه وه ی بلوک که له روی زهویه وه بۆ شوینه بلنده که.

نه ته نه ی له شوینیکې به رز دانراو له توانای هیه نیش جیبه جی بکات. چونکه نه گهر به پرله لا بکریت نه وا به هوی هینی کیشکردنی زهوی ده که ویتنه خواره وه. وه نه گهر با بلین که وته سر سینگیك نه وا به زهوی دا دایده کوتیت و بریک نیش به سر سینگه که جیبه جی ده کات.

ئىستاكە بېرى ماته وزەى تەنىك لى نىزىك روى زەوى ھەژمار دەكەين. لى
 وىنە (6-8) دا، تەنىك بارستەكەى (m) ھ، بى شاولى و بى تاودان بۇ لادانى h
 بەرزەكرىتەو. بۇ ئەم مەبەستە پىويستە ھىزىك يەكسان بىت بە كىشى
 تەنەكە ($F = mg$) بەرەو سەر كارى تىبكات. ئەم ھىزەش با بلىين لى لايەن
 دەستى كەسىك بەرەو سەر دەخرىتە سەر تەنەكە.



بۇ بەرزەكرىتەو تەنەكە تا بەرزى h لى شوپىنى
 y1 بۇ شوپىنى y2، پىويستە لى لايەن كەسەكەو
 ئىشىك بەسەر تەنەكە بكرىت، بېرەكەى يەكسانە
 بە ئەنجامى لىكدانى ئەم ھىزەى خراو تە سەر
 تەنەكە ($F = mg$) و لادانى شاولى (h).

$$w = F \cdot d$$

$$w = Fh \cos \theta$$

$$w = Fh \cos 0$$

$$w = Fh \dots\dots\dots (6-8)$$

$$w = mg (y_2 - y_1) \dots\dots\dots (6-9)$$

ئەم ئىشە w كە لى ھاو كىشەى (6-9) ھەژمار كراو. لى راستىدا دەكاتە

كۆپان لى ماته وزەى تەنەكە ΔU لى نىوان خالى y1 و خالى y2 كەواتە:

$$w = \Delta U = U_f - U_i = mg h = mg (y_2 - y_1)$$

ھەموو دەم كە ماته وزەى تەنىك لى خالىكدا حسىب دەكرىت ئەوا لى راستىدا
 جىاوانى نىوان ماته وزەى دوو خالە، حسىبكراو، خالى يەكەم $y_1 = 0$
 بە خالىكى پشتىبەستراو دادەنرىت reference point، وە خالى

دوومە $y_2 = h$. كەواتە ماته وزەى تەنەكە لى خالەكەدا دەكاتە:

$$U = mg (y_2 - y_1)$$

$$U = mg (h - 0)$$

$$U = mg h \dots\dots\dots (6-10)$$

h دهکاته به رزی شاولی نیوان نه و دوو ئاسته ئاسۆییە ی که له نیوانیان دا تهنه که دهگوازیته وه، چونکه نه و ئیشه ی له لایه ن کیشکردنی زه ویه وه له سه ر ته نیک ده کریت، کاتیک تهنه که له خالیکه وه بۆ به کی تر دهگوازیته وه تهنه ده وه سستیته سه ر به رزی شاولی له نیوان شوینی دوو خاله که، نه ک دریزی نه و ریگایه ی تهنه که ی پیا دا به رزده کریته وه.

به که ی پیوانی ماته وزه هه مان به که ی پیوانی ئیشه له نیزامی (SI) دا به جوول (J) وه له نیزامی (cgs) دا به ئیرگ ده پیوریت. نمونه:

مه سه ده یک بارسته که ی 500 kg له ئاستی شه قامه وه بۆ لووتکه ی بالاخانه یه ک به رزده بیه وه که 40 m له رووی شه قامه وه به رزه.

(a) ماته وزه ی کیشکردنی مه سه ده که له لووتکه ی بالاخانه که به گویره ی ئاستی شه قام چهنده.

(b) ماته وزه ی کیشکردنی مه سه ده که له ژیرزه مینی بالاخانه که دا به گویره ی ئاستی شه قام چهنده. نه گه ر قوولی ژیرزه مینه که 3 m بیت.

شیکار:

- له ئاستی شه قام . $y_1 = 0$

- له لووتکه ی بالاخانه که دا $y_2 = 40 \text{ m}$

- له ئاستی ژیرزه مینه که دا $y_2 = -3 \text{ m}$

- له بهر نه وه ی :

a) که واته $\Delta U = mg (y_2 - y_1)$

$$\Delta U = 500 \times 9.8 (40 - 0)$$

$$\Delta U = 196000 \text{ J}$$

b) که واته $\Delta U = 500 \times 9.8 (-3 - 0)$

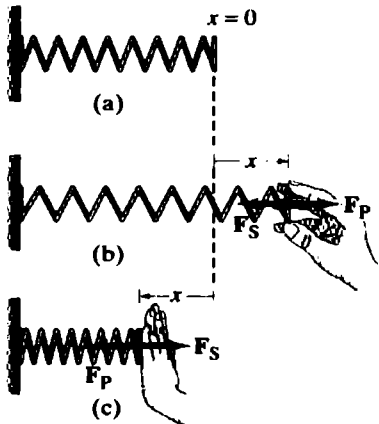
$$\Delta U = -14700 \text{ J}$$

b) ماته وزه جیړی Elastic Potential Energy

ټیستا که باسی جوړیکی تری ماته وزه ده که ین، که پیی ده گوتی ماته وزه جیړی. نه مه ش توانای ته نیکه له سر به ریځنی ئیش له سایه شیوه که یه وه. وهک نه و سپرینګه په سټیوراوه ی، که بهرله لا ده کریټ، پال به ته نیک ده نیټ له بهر ده می دانرابیټ و ئیشی به سرده به پری ده کات.

له بهندی (6-1) دا، نه وه مان روون کرده وه، نه و ئیشی له لایه ن هیژکی نه گورپه وه به سر ته نیک جیبه جی ده کریټ به هوی هاوکیښی $w = F \cdot d$ هه ژمار ده کریټ. به لام زور جار نه و هیژه ی کار له ته نیک ده کات له بره له ناراسته له ماوه ی به جیته نانی ئیشه که دا ده گورپن، وهک نه و هیژه کیښکرده ی کار له روکیټیک ده کات کاتیګ له زهوی دور ده که ویته وه. یان وهک نه و هیژه ی له لایه ن سپرینګیکه وه کار ده کات، نه م هیژه به پیی بری په ستاوونی یان بری راکښانی سپرینګه که زیاد ده بیټ.

وهک نمونه یه ک بو نه و ئیشی له لایه ن هیژکی گوراوه وه ده کریټ، بیرکه وه له سپرینګیک جیړی لوله یی، له وینه (6-9) نمایشکراوه.



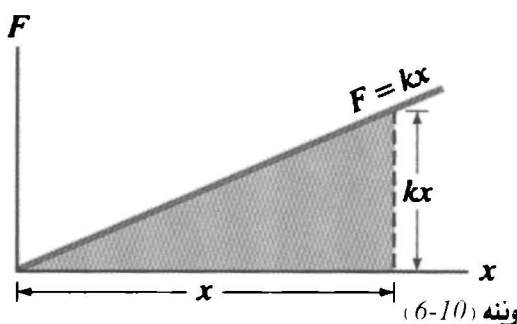
سپرینګه که ده په سټیوریت یان راده کیښریټ. ماته وزه ی تیدا هه لده گریټ. چونکه که بهرله لا ده کریټ، ده توانیټ ئیش به سر توبه که ی به رده می بکات وهک له وینه که دا پیشاندره وه.

وینه (6-9)

- a) سپرینګه که له شونی ناسایدا.
- b) سپرینګه که له لایه ن که سیکه وه بو لادانی x راده کیښریټ.
- c) سپرینګه که له لایه ن که سیکه وه ده په سټیوریت بو لادانی x .

له وینه که دا سپرینگه که له سهر روویکی لووس به دریژی ته وهری x دانراوه، کاتیک سپرینگه که له باری ناسایی داده بیټ، واته نه په سټیوراوه و نه راکیشراوه، لا بهر ه لاکه ی سپرینگه که له خالی $x_1 = 0$ دا ده بیټ، نه گهر که سټک سپرینگه که بۆ لادانی (x) بپه سټیویت (یان رایکیشتیټ)، پټویسته که سه که به ده ست هیژیک (F_p) بخاته سهری. له نه جامدا سپرینگه که به هه مان بری هیژی F_s به ناراسته ی پیچه وانه کار له ده سټی که سه که ده کات.

گريمان هیژی F_p سپرینگه که بۆ لادانی x ده په سټیویت تا کو کوتایي سپرینگه که ده گاته خالی $x_2 = x$ ، ناشکرایه بری هیژی F_p به زیاد بونی x زیاد ده بیټ. به پټی یاسای هۆک $F_p = kx$. لیږده ناراسته ی x به هه مان ناراسته ی F_p یه. وه $F_s = -kx$. نیشانه سالیبه که له بهر نه وه ی ناراسته ی x پیچه وانه ی (F_s) به k ده گوتی نه گوی سپرینگ $spring\ constant$. به N/m ده بیوریت وه پټناسه ده کریت به بری نه وه هیژه ی که پټویسته بۆ په ستان یان راکیشانی سپرینگیک بۆ یه که ی دریژی. نیستاکه، بری نه و نیشه حسیب ده که یین که له لایه ن که سیکه وه به سهر سپرینگیکدا جیبه جی ده کریت، کاتیک به هیژیک گواو F_p ده بپه سټیوریت. نه وه هیژه ی ده خریته سهر سپرینگه که به پټی هاوکیشه ی $F_p = kx$ ده گوتیت.



گرافي ئەم هیژه به رامبه ر لادانه که ی له وینه (6-10) پیشاندراوه، رووبه ری ژیر گرافه که، بری نه و نیشه ده نوینیت که هیژی

نه و نیشه ی ده کریت بۆ راکیشانی یان په ستانی سپرینگه که بۆ لادانی x . دیکاته رووبه ری سیگوشه که ی ژیر چه ماوه ی

$$W = \int_0^x (kx) dx = \frac{1}{2} kx^2 \quad \text{بۆیه} \quad \frac{1}{2} kx^2 \quad \text{بنکه ی} \quad F_p = kx \quad \text{رووبه ری سیگوشه}$$

گۆرپاری (F_p) له كاتى پەستاتىنى يان راکىشانى سپرىنگە كە بۆ لادانى x جىبە جىيى دەكات، رووبەرى سىنگۆشە كە دەكاتە برى ئىشە جىبە جىكراوہ كە.

$$(6-10) \text{ دا } \text{رووبەرى سىنگۆشە} = \frac{1}{2} \text{ بىنگە} \times \text{بەزى}$$

$$w = \frac{1}{2} (x) (kx) \quad \text{كەواتە:}$$

$$w = \frac{1}{2} kx^2 \dots\dots\dots(6-11)$$

برى ئەو ئىشەى (w) بەسەر سپرىنگە كە ئە نجام دەدرىت، بە شىۆەى ماتە وزەى جىرى (U) تىايدا ھەلدەگىرىت.

$$U = \frac{1}{2} k x^2 \dots\dots\dots(6-12)$$

ماتە وزەى جىرى ھەمان يەكەى پىئوان ئىشى ھەيە بە جوول لە نىزامى SI و بە ئىرگ لە نىزامى cgs دەپىورىت.
نمۇنە:

پىاويك، سپرىنگىك لە وىنە ($6-9$) دا 3 cm رادەكىشيت، گەرەترىن ھىزى پىويست بۆ ئەمە 75 N : a) ماتە وزەى ئەم سپرىنگە چەندە ؟ b) پىاوەكە 3 cm سپرىنگە كە دەپەستىوئىت، ماتە وزەى سپرىنگە پەستىوراوہ كە چەندە ؟
شىكار:

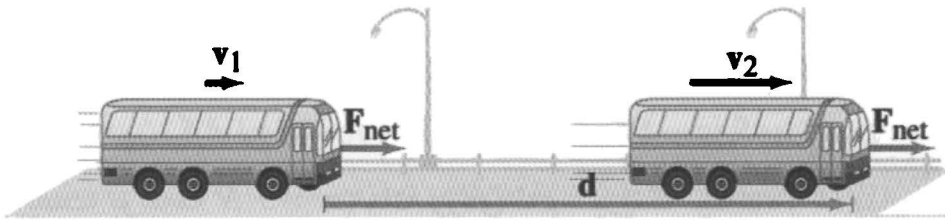
يەكەم، دەبى نەگۆرى سپرىنگە كە بدۆزىنەوہ.

$$\begin{aligned} a) \quad k &= \frac{F_{max}}{x_{max}} = \frac{75 \text{ N}}{0.03 \text{ m}} = 2500 \text{ N/m} \\ U &= \frac{1}{2} k x^2 \\ &= \frac{1}{2} (2500) (0.03)^2 = 1.1 \text{ J} \\ b) \quad U &= \frac{1}{2} k x^2 \\ &= \frac{1}{2} (2500) (0.03)^2 = 1.1 \text{ J} \end{aligned}$$

(6-6) Kinetic Energy جۈلە وزە

تواناي تەنە لەسەر بەجىيىننى ئىش لەسايە جۈلە كەيەو، وەك ئۆتۈمبىلى جۈلەو، لە توانايدا ھەيە دىۋارىك بېروخىنى كاتىك لە رووداۋىكى ھاتنۇچۇندا خۇي پىدا دەدات. يان گۈللەي دەرچۈلە تەنگىكەو دەتوانىت تەختە دارىك بىمىت. يان ئاۋى تاڭگەكان دەتوانن تۆرىنەكان بىسۈرپىنن و وزەي كارەبايى پەيدا بكن.

جۈلە وزەي تەنىك، دەپپورىت بە بېرى ئەو ئىشەي تەنەكە دەيكات تا دەۋەستىنرىت، يان دەپپورىت بە بېرى ئەو ئىشەي كە پىۋىستە بەسەر تەنىك دا بىكرىت بۇ ئەۋەي بە خىرايىەكى دىارىكراۋ بگات.



ۋىنە (6-11)

ھىزى نەگۈر F ئۆتۈمبىلىك تاۋدەدات لە v_i بۇ v_f بۇلادانى d بىرى ئىشى كراۋ دەكاتە $W = Fd$

بۇ ھەژماركردنى بېرى جۈلە وزەي تەنىك، سەيرى ۋىنە (6-11) بگە، تيايدا ئۆتۈمبىلىك بارستەكەي m لەسەر ھىلىكى راست بە خىرايى سەرەتايى v_i دەپرات. ھىزىك F كارى تىدەكات و تاۋدانى (a) پىدەدات. دۋى ئەۋەي لادانى d دەپرىت، خىرايىە كۆتايىەكەي دەبىتە v_f .

بېرى ئەو ئىشەي ھىزى F بەسەر ئۆتۈمبىلەكە دەيكات. دەكاتە:

$$W = Fd$$

$$F = ma$$

بەلام

$$d = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

ۋە

$$\therefore w = (ma) \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} \right)$$

$$W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \dots\dots\dots(6-13)$$

ٺم ٻڙه mv^2 له فيزيادا، جووله وزه (k) گواسٽنه وهي تهني جوولاهي پي حسيٻ ده ڪريٽ.

$$\therefore w = k_f - k_i$$

$$w = \Delta k$$

ٺه ڪر ته نه ڪه له وهستانه وه ده ست به جووله بڪات، $v_i = 0$ وه $v_f = v$ ٺهوا ڪوپان له جووله وزه $\frac{1}{2}mv^2$ ٺم ٻڙهش جووله وزه (k) ته نيڪ ده نونيٽ له و ساهي خيرايه ڪي (v) به، به به راورد له ڪل حاله تي وه ستاني. ڪه واه له و ساهي خيراي ته نيڪ (v) به، جووله وزه ٺم ته نه ده ڪاهه:

$$k = \frac{1}{2} m V^2 \dots\dots\dots(6-13)$$

هاو ڪيشه $(w = \Delta k)$ ٺه نجامي ڪي ڪرنگه، ده توانريٽ به و تهش ده ربرپريٽ ((ٻري ٺه و نيشه به سهر ته نيڪدا ده ڪريٽ به ڪسانه به ٻري ڪوپان له جووله وزه ڪي)). ٺه مهش پي ده ڪوتري — ٻڙوڙي نيش - وزه. - *work* (*energy theory*)، رولي ڪي ڪرنگي هه به ٻو شيڪار ڪرڻي راهيٽانه ڪان.

له نيزامي *SI*. ٺه ڪر m به kg و V به m/s بيٽ. ٺهوا (k) به جوول (J) ده بيٽ. له نيزامي *c.g.s* ٺه ڪر m به g و V به cm/s بيٽ، ٺهوا k به *erg* ده بيٽ.

نمونو:

ڪويه ڪارسته ڪي $145 g$ ، به خيراي $25 m/s$ فري درا:

(a) جووله وزه ڪي ڇهه نه؟ (b) ڇ نيشيڪ به سهر ڪويه ڪه به ريڪراوه تا له وهستانه وه ڪه يشتوته ٺم خيرايه؟

شیکار:

$$k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$k = \frac{1}{2} (0.145)(25)^2 = 45 J$$

له بهر ئه وهی جووله وزه ی سهره تایی سفر بوو، ئیشی به ریکراو به ته واوی به کسانه به جووله وزه ی کۆتایی 45 J.

نمونه:

ئوتومبیلێک به خیرایی 60 km/h ده پوات، به بریک گرتن (brake) بو لادانی 20 m ده وه ستیت، ئه گهر خیرایی ئوتومبیله که دوو هه ند بیت 120 km/h لادانی وه ستاندن ده بیته چه ند؟ (گه وره ترین هیزی بریک گرتن نا وه ستیته سهر خیرایی).

شیکار:

به به کاره ی تانی بیرۆدزی ئیش - وزه وه تیبینی کردنی ئه وه ی که هیزو لادان پیچه وانه ی به کترن:

$$Fd = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$-F \times 20 = \frac{1}{2} m 0^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \dots\dots\dots 1$$

$$20 F = \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$-F d_2 = \frac{1}{2} m \times 0^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$F d_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 \dots\dots\dots 2$$

به دابه ش کردنی (1) به سه ر (2):

$$\frac{20}{d_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

$$d_2 = \frac{20 v_2^2}{v_1^2} = \frac{20 \times (2 v_1^2)^2}{v_1^2}$$

$$= 20 \times 4 = 80 m$$

دەبىنن كە خىراي سەرەتايى ئوتومبىلە كە دەبىتە دوو ھەند، ئەو لادانەى ئوتومبىلە كە دەبىرپىت تا دەو سىتەت دەبىتە چوار ھەند.

نەمۇنە :

چەند ئىش پىۋىستە بىرپىت بۆ ئەو ھى ئوتومبىلەك 1000 kg تاو بىرپىت لە 20 m/s بۆ 30 m/s .

شىكار:

بە بەكار ھىتەننى بىرپىتە ئىش - وزە. ئىشى پىۋىست دەكەتە زىادىبۇن لە جوولە وزە.

$$\begin{aligned}w &= k_f - k_i \\w &= \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \\w &= \frac{1}{2} (1000) (30)^2 - \frac{1}{2} (1000) (20)^2 \\w &= 2.5 \times 10^5 J\end{aligned}$$

(6-7) شىۋەكانى تىرى وزە Other forms of energy

ئەو دەزانىت كە وزە تواناى كىرىنى ئىشە، بەپىي ئەم پىناسەو بە خەيالت دادىت كە وزە زۆر شىۋەى ھەيە، بۆ نەمۇنە، خەلۆز، نەوت، گازۆلەن.. ئەوانە ھەمويان خاۋەن وزەن، چۈنكە كاتىك دەسوتىنرەن دەتوانن ئىش جىبەجى بىكەن، ئەو وزەى لە ماددەكانەو لە ئەنجامى كارلىكە كىمىيەكان دەردەچىت پىي دەگوتىرى وزەى كىمىيەى *Chemical energy*. شىۋەيەكى تىرى وزە، دەتوانرەت ناۋكە ئەتۈمىەكان لە رىئەكتۇرە ناۋكەكاندا *nuclear reactors*. بۆ جىبەجى كىرىنى ئىش بەكاربەيتىنرەن، كەواتە ناۋكى ئەتۈمەكان وزەيان ھەيە، پىي دەگوتىرى وزەى ناۋكى *nuclear energy* ۋە ھەروەھا

بارگه کاره با جولاوه کان (تەوزی کاره با)، له توانایاندا هیه ئیش به پێ بکەن، که واته ئەوانه خاوهنی وزه ی کاره بایین *electrical energy*.

له سیستمه میکانیکیه کاندای... زۆر جار ده توانیّت وزه له ئامیره جیره کاندای خه زن بکریّت. وهك له لاستیکه راکیشراوه که ی دارلاستیکی منداڵان، که بۆ هاویشتنی به ردی بچووک به کاری ده هیّن، ئەم لاستیکه راکیشراوه ماته وزه ی جیری *elastic potential energy* تیّدا هه لگیراوه. وه سپرینگی په ستینراو له تهنه گه هه واییه کاندای ماته وزه ی جیریان تیّدا به چونکه ئەم وزه یه، ده توانیّت بۆ هاویشتنی ساچمه ی بچووک به کاربه یّیّن.

له وانه یه گرنگترین شیوه ی وزه، وزه ی گهرمی بیت *thermal energy* ئەم وزه یه له هه لمی زۆر گهرمی ئاودا هیه، ده توانیّت به هۆی مه کینه گهرمی کانه وه ئیش ئەنجام بدات، وه هه روه ها گازه گهرمه کان، په ستینه ره کان (*pistons*) له مه کینه کانی ئۆتۆمبیلدا ده جولیّن.

وزه ی گهرمی ده توانیّت له لیكخشاندن *friction* په یدا بکریّت. خه لکه کۆنه کان ئاگریان به لیكخشاندن دوو پارچه دار به یه کتری داده گیرساند. به لیكخشاندن ناو په لی دوو دهسته کهت هه ست به گهرمی ده که یت.

هۆی په یدا بوونی گهرمی له ریگای لیكخشانده وه ئەوه یه: هیّزی لیكخشاندن له نیوان دوو رووه که ی له یه کتری ده خشیّن ده بیته هۆی ئەوه ی که گه ردو گه ردیله کانی دوو رووه که بورژینی و به توندی بجولیّن و له ره له ر بکەن، ئەم وزه ی په یوه ندی به له ری نه وه ی هه په مه کی گه ردیله کانی ماده وه هیه پیّی ده گوتریّ وزه ی گهرمی *thermal energy*، له مه وه روونده بیته وه که ئەو ئیشه ی هیّزی لیكخشاندن ده یكات به شیوه ی گهرمی دیارده که ویت.

(6-8) گۆرپنه وەى جووله وزه و ماته وزه

Transformation of K.E and P.E.

نۆر جار له نيزامه ميكانىكيه كاندا، گۆرپنه وە له نۆوان ماته وزه و جووله وزه روودهات. ئەگەر له لووتكهى بالاخانه يەك گۆيهك، به دهسته وەت بێت ئەوا ئەم گۆيه به هۆى شوينه كهى به گۆيرهى ئاستى شەقام خاوهن ماته وزه ده بێت، كاتێك به پرەللاى ده كهيت، ئەوا له و ماوه يەدا كه به رهو خوارده كه ویت، جووله وزه كهى زياد ده بێت و ماته وزه كهشى كهم ده بێت له هەر شوینێك له شوینه كانى رپرەوه كهيدا سەرجه مى جووله وزه و ماته وزهى گۆيه به نه گۆپى ده مینیتە وەو يەكسان ده بێت به ماته وزهى گۆيه كه له لووتكهى بالاخانه كهدا. له و ساته بهر زهوى ده كه ویت، گۆيه كه ته نها جووله وزهى ده بێت و ماته وزه كهى ده بێتە سفر.

نموونه:

گۆيهك بارسته كهى 4 kg له لووتكهى بالاخانه يەك به رزیه كهى 30 m دانراوه. گۆيه كه له وهستانه وە به پرەللا كرا بكه ویتە خواره وە. بدۆزه وە ماته وزه و جووله وزهى گۆيه كه له م ساتانهدا له ميانەى كهوتنى دا. a ($t = 0$) b t c ، $= 2\text{ s}$ له و ساتهى به زهوى ده كه ویت.

شیکار:

a) $t = 0$

$$U = mgh = 4 \times 10 \times 30 = 1200\text{ J} \text{ (ماته وزه)}$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times (0)^2 = 0 \text{ جووله وزه}$$

$$U + k = 1200 + 0 = 1200\text{ J}$$

b) $t = 2\text{ s}$

لادانى شاولى به رهو خوار به ماوهى 2 s ده دۆزینه وە.

$$y = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = 0 \times 2 + \frac{1}{2} (-10) \times (2)^2$$

$$y = -20\text{ m}$$

كهواته به رزى گويه كه له رووى زهويه وه له ئه و ساته ي s 2 به سه ر كه وتنه خواره وه ي تپه پيووه. ده كاته $30 - 20 = 10 \text{ m}$

$$U = m g h = 4 \times 10 \times 10 = 400 \text{ J}$$

خيراى گويه كه دواى تپه پيوونى $2s$ له كه وتنه خواره وه ي ده دوزينه وه.

$$v_f = v_i + g t$$

$$v_f = 0 + (-10) \times 2 = -20 \text{ m/s}$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times (4) \times (20)^2 = 800 \text{ J}$$

$$U + k = 400 + 800 = 1200 \text{ J}$$

c) ماته وزه ي ته نه كه له و ساته ي به ر زه وي ده كه ویت.

$$U = m g h = 4 \times 10 \times 0 = 0$$

خيراى گويه كه ده دوزينه وه له و ساته ي به ر زه وي ده كه ویت

$$v_f^2 = v_i^2 - 2 g y$$

$$v_f^2 = 0 + 2 (-10) \times 30 = 600$$

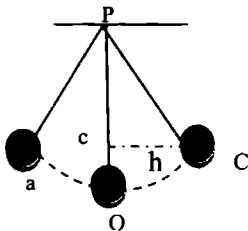
$$v_f = \sqrt{600} \text{ m/s}$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$k = \frac{1}{2} \times (4) \times 600 = 1200 \text{ J}$$

$$U + k = 0 + 1200 = 1200 \text{ J}$$

جووله ي به ندول نمونه يه كى ديه بۆ گۆپينه وه ي ماته وزه و جووله وزه.



له وینه (6-12) دا، به ندولێك به خاڵى p

هه لئاسراوه. كاتێك گۆى به ندوله له راوه كه له

به رزترین خاڵى رپه وه كه ی دا ده بیئت (c)،

ماته وزه یه كى ده بیئت، بپه كه ی ده كاته (mgh).

وینه (6-12) له خاڵى c دا ماته وزى گۆى

به ندوله كه ده كاته mgh وه له خاڵى b جووله

$$v = \sqrt{2gh} \text{ وه } \frac{1}{2} m v^2 \text{ ده كاته } mgh$$

کاتیځ به ره و نرمترین خال 0 ده جوولیت به ره به ره ماته وزه که ی که م ده کات و جووله وزه که ی زیاد ده کات، له نرمترین خالدا هموو ماته وزه که ی بؤ جووله وزه ده گوږیت. له بهر سیفه تی به رده وامی و کاریگری په تی به ندوله که ناچار ده بیت به ره و خالی (a) به رزبیته وه، نینجا جووله وزه که ی که م ده کات و ماته وزه که ی زیاد ده کات. تا ده گاته به رترین خال a، که به رامبه ره به خالی c. له خالی (a) هموو جووله وزه که ی بؤ ماته وزه ده گوږیت. به م شیوه یه، به ندوله که به رده وام ده بیت له هاتن و چوون، وزه ش له نیوان ماته وزه و جووله وزه ده گوږدریته وه.

نمونه:

دریژی په تی به ندولیک (l m) ه. گوی به ندوله که بؤ لایه ک لادرا تا په ته که ی گوشه ی 15° له گه ل شاول دروست کرد. نینجا به ره لا کرا نایا به چ خیراییه ک گوی به ندوله که به نرمترین خالی ریړه وه که ی دا ده پوات؟

شیکار:

له نه اندازه ی وینه (6-12) دیار ده که ویت:

$$h = P_o - P_c = l - l \cos 15^\circ$$

$$= 1 - 1 \times 0.966 = 0.034 \text{ m}$$

$$mgh = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$m \times 9.8 \times 0.034 = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$$v = 0.82 \text{ m/s}$$

(6-9) یاسای پاراستنی وزه Law of conservation of energy

له گهل ئه وهی زۆر شیوهی وزه ههیه، له ئه نجامی تاقیکردنه وه کانه وه ده رکه وتوو، ئه گهر بریک وزه له شیوهیه ک له شیوه کانی وزه دیار نه ما، ئه وا هه مان بپی وزه به شیوهیه کی تری وزه دیارده که ویتته وه. ئه م ره وشته سروشتیه ی وزه به یاسایه ک ده رده بریت پیی ده گوتری یاسای پاراستنی وزه. ناتوانریت وزه نه هیلدریت و له هه چه وه خهلق بکریت، به لکو ده توانریت له شیوهیه که وه بۆ شیوهیه کی تر بگۆدریت.

ئهمه ش بزانه ئه م یاسایه نالیت KE یان PE پاریزراون. به لام ده لیت ئه گهر هه ر ونیونیک له یه کیکیاندا رووبدات، ئه وا به شیوهیه کی تری وزه دیار ده که ویتته وه.

یاسای پاراستنی وزه راستیه کی گرنگه یارمه تیمان ده دات بۆ تیگه یشتنی زۆر له دیارده فیزیاییه کان، ئه م یاسایه پیمان ده لیت.

له هه ر پرۆسه یه کدا، سه رجه می گۆرانه کانی وزه ده کاته سفر. به نمونه، بپی ئه و ئیشه ی له لایه ن هیزی لیکه شانده وه ده کریت، یه کسانه ده بیت به بپی وزه ی گهرمی په یدابوو.

(6-10) یاسای پاراستنی وزه و بارسته Law of conservation of Energy

له به ندی (6-9) دا باسی یاسای پاراستنی وزه مان کرد. زاناکان له کۆنه وه و بۆ ماوه یه کی دریز باوه رپان به یاسایه کی تر هه بوو، ئه ویش یاسای پاراستنی ماده (بارسته) بوو. ئه م یاسایه ده لیت، ده توانریت بارسته له شیوهیه که وه بۆ یه کی دی بگۆدریت. به لام ناتوانریت بفه وتینریت یان خلق بکریت. پیش ئیستا باوه ر وابوو که هه ر یه ک له یاسای پاراستنی وزه و یاسای

پاراستنی بارسته راستن و هردوکیان دوو یاسای سهرهخۆن و په یوه ندیان به یه که وه نیه. به لām له لیکۆلینه وه کانی فیزیای ناوکیدا، دیار که وت که ده توانریت پرۆسه ی گۆرپینی بارسته بۆ وزه وه به پیچه وانه وه گۆرپینی وزه بۆ بارسته نه نجام بدریت و رووبدات. ده توانریت ئهم دوو یاسایه، یاسای پاراستنی وزه و یاسای پاراستنی بارسته، له یه ک یاسادا کۆبکرینه وه، پی ده گوتری یاسای پاراستنی وزه و بارسته، به م شیوه ش درده بریت.

((گۆی نه و بره وزه و بارسته ی له گه ریدوندا مه یه به نه گۆری ده مینیتیه وه)).
 ئهم یاسایه ده لیت، ناتوانریت نه وزه و نه بارسته بفره و تینرین، هر کاتیک بریک وزه په یدا ببیت، ئه و یان له جۆریکی تری وه زه وه یان له بارسته وه په یدابوو، به پیچه وانه، هر کاتیک بریک بارسته په یدا ده بیت ئه و یان له یه کیک له جۆره کانی مادده وه یان له نه مانی بریک وزه وه په یدابوو. له راستیدا سهرجه می ئه و وزه و بارسته ی پیش ملیۆنان سال له گه ریدوندا هه بووه، ئیستاش ئهم سهرجه مه یه نه گزراوه وه ک خۆی ماوه ته وه. به لām ئه وه ی رویداوه له ئاینده ش رووده دات ته نها ئه وه یه که به رده وام بارسته و وزه شیوه کانیان ده گۆرینه وه.

بیردۆزی ریژه یی (relativity theory) پیمان ده لیت، ناتوانریت هیچ ته نیک بۆ خیراییه ک، یه کسان یان زیاتر له خیرایی رووناکی تاو بدریت. ئهم بیردۆزه ش له گه ل ئه و بیرو پای زاناکانی پیش بیردۆزی ریژه یی ریک ناکه ویت. بۆ روونکردنه وه ی ئهم گرفته سهرنج بده ئهم بابه ته، دابنئ هیزی F بۆ ماوه یه کی کاتی t کاری له بارسه ی m کرد. که واته به پیی یاسای دووه می نیوتن $a = \frac{F}{m}$.

$$\therefore v_f = v_i + at$$

$$\therefore v_f = v_i + \frac{F}{m} t$$

ئەگەر سەرنج بەدەیت بەم ھاوکیشە سەرەو، بۆت دەردەکەوئیت ئەم پەیوەندیە چەوتە. چونکە ئەم پەیوەندیە پیشبەنی ئەو دەکات کە خیرایی تەن بۆی ھەبە بەبێ سنوور زیاد بێت. ھەتا ھیزی F لەکارکردن بەردەوام بێت ئەوا خیرایی تەنە کە ھەر زیاد دەکات. ئەمەش لەگەڵ دەرنەنجامەکی بیرۆدزی ریزەیی ناگونجیت. کە دەلالت نابێت خیرایی تەنیک بگات بە، یان زیاتر بێت لە خیرایی رووناکی c . کەواتە ئەم بیرۆکەیی پیش بیرۆدزی ریزەیی دەربارەیی ئەو تەنانەیی بە خیرایی زۆر گەورە دەجولین، دەبێت راست نەبێت. بۆ راستکردنەوێ ئەو دەرنەنجامە چەوتەیی لە ھاوکیشەکی پیشوور دەردەچیت، ئاینشتانین ئەم پیشنیارەیی خواوەندی خستەپوو.

بەپێی بیرۆدزی ریزەیی ئاینشتانین، بارستەیی تەن جیگیر نیە بەلکو بارستەیی تەن بەپێی خیراییەکی دەگوریت. واتە ئەگەر بارستەیی تەنیکیی وەستاو m_0 بێت، ئەوا لە خیراییە زۆر بەرزەکاندا بارستەیی تەنە کە زیاد دەبێت، (بە m_0 دەگوتریت بارستەیی وەستاوی تەنە کە) ($rest\ mass$) (بارستە وەستان). ئەگەر بارستە وەستاویەکی تەنیک m_0 بێت، ئەوا ئەم تەنە کاتیک بەخیرایی v دەجولیت بارستەکی زیاد دەکات و دەبێتە m ، (بە m دەگوتری بارستەیی رووکەشی تەنە کە).

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \dots \dots \dots (6-14)$$

لە ھاوکیشەیی (6-14)، دەردەکەوئیت، کاتیک خیرایی تەنیک لە سنووی خیراییە ئاساییەکاندا دەبێت، واتە خیراییەکی v کەم دەبێت، ئەوا v/c زۆر بچووک دەبێت، بۆیە لەم خیراییە کەمانەدا، بارستەیی رووکەش m لەگەڵ

بارسته وهستاوی m_o زۆر نزیکی یه کتر ده بن. وه کاتیڤ خیرایی v ته نه که

گه وره ده بیټ و له خیرایی رووناکی نزیك ده بیټه وه، نه وا m زۆر له m_o

گه وره تر ده بیټ. به لام کاتیڤ $v=c$ نه وا $v/c = 1$ وه

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - 1}} = \frac{m_o}{0} = \infty$$

که واته بارسته ی رووکه شی ته نه که ده بیټه بیڤکوتا کاتیڤ خیراییه که ی

ده گاته خیرایی رووناکی.

له به ندبوونی بارسته به خیراییه وه، نه م راستیه دیار ده که ویت که ناکریت

ته نیک بۆ خیرایه ک تاو بدریت یه کسان یان زیاتر بیټ له خیرایی رووناکی.

چونکه له خیرایی رووناکیدا، بارسته ی ته نه که ده گاته بیڤکوتا، تاودانی ته نی

بارسته ی بیڤکوتا پیویستی به هیزی بیڤکوتا هیه، هیزی بیڤکوتاش بوونی نیه.

ده زانین، نه و هیزه ی بۆ تاودانی ته نیک کار ده کات، وزه به ته نه که

ده به خشیت. له خیراییه که مه کاندای بپی نه و نیشی له لایه ن هیزه

کارتیکه ره که وه ده کریت، یه کسان ده بیټ به بپی زیاد بوون له جووله وزه ی

ته نه که دا، نه م دهسته واژه بۆ نه و ته نانه ش راسته که خیراییان گه وره یه.

به لام له و باره ی خیرایی ته نه که زۆر نزیکی خیرایی رووناکی ده بیټ ($v \rightarrow c$),

نه وا جووله وزه که ی نه به $KE = \frac{1}{2} m_o v^2$ وه نه به $KE = \frac{1}{2} m v^2$ حسیب

ده کریت. له جیاتی نه مانه، سه لماندراوه جووله وزه ی ته نیک کاتیڤ

خیراییه که ی له خیرایی رووناکی نزیك ده بیټه وه به م هاوکیشه ی خواره وه

هه ژمار ده کریت. (ده رهینانی نه م هاوکیشه له ناو بواری کتیبه که مان نیه)

$$KE = mc^2 - m_o c^2 \dots\dots\dots (6-15)$$

به m_0c دهگوتري وزه و ده ستاوي ته نه كه $rest\ energy$ وه به mc^2 دهگوتري وزه ي گشتي ته نه كه .

$$mc^2 = KE + m_0c^2 \text{ وه (6-15) له هاو كيشه ي}$$

له م هاو كيشه دا نه گه ر ته نيك وه ستاو بيټ نه وا $KE = 0$ وه وزه ي گشتي به كسان ده بيټ به وزه ي وه ستاوي ته نه كه .

$$KE = m_0 c^2 \dots\dots\dots(6-16) \text{ كه واته:}$$

نه مه هاو كيشه مه شهوړه كې نايښتايښه ، كه بارسته و وزه به به يه كترې په يوه ند ده كات ، زور جار به م شيو ده نو سرپټ .

$$E = m c^2 \dots\dots\dots(6-17)$$

نه م هاو كيشه نه وه مان پي ده لټ ، نه گه ر توانرا بارسته ي ته نيك m هه مووي بگورپټ بو وزه . نه وا برې وزه ي په يدا بو ، كه به رامبه ره به بارسته ي m . ده كاته $E=mc^2$ ليره دا E به جوول ده بيټ كاتيک m به كيلوگرامه و c به m/s به $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$.

له راستيدا ، له توانادا هه يه بارسته بو وزه بگورپټ وه به پېچه وانه ش وزه بو بارسته بگورپټ . نه م راستيه ش زور جار به تاقي كړنه وه سه لميندراوه . له راستيدا گورپنه وه ي بارسته و وزه به يه كتر به ناساني له كارليكه ناوكيه كان و ته نولكه نه توميه كان ديار ده كه وټ .

بو نمونه ، ته نولكه ي پايوني π^0 (Pion) بيلايه ن (*neutral*) بارسته وه ستاويه كې ده كاته ($m_0 = 2.4 \times 10^{-24} \text{ kg}$) ، كاتيک بو وزه ي كاروموگناتيسي (فوټون) هه لده وه شپټ (*decay*) (ده گورپټ) . نه وا ته نولكه كه (π^0) به ته واوي له پروسه كه دا ون ده بيټ و برې وزه كاروموگناتيسي په يدا بو وه كه ش به ته واوي به كسان ده بيټ به $E = m_0 c^2$.

بە پىچەوانەش، گۆرپىنى وزەى كارۋوموگناتىسى بۇ بارستە لە تاقىگەكانەوہ تىبىنىكرائوہ كە تىشكدانى كارۋوموگناتىسى لە بارودۆخىكى سنووردادا دەتوانرئىت بۇ تەنۈلكەى ماددى بگۆرپرئىت وەك بۇ ئەلىكترۇن.

ئەو وزە كارەبايەى لە ئىستگە ناوكىەكانەوہ دەست دەكەوئىت، لە ئەنجامى ونبوونى بارستەى يۋرانيومە، كە لە كردارى پارچەكردن *Fission*، برىك بارستە ون دەبئىت و دەگۆرپئىت بۇ وزە. ئەم وزەش بۇ دەستگەوتنى وزەى كارەباى سوودى لى وەردەگىرئىت، ئەو وزەى لە خۆرەوہ پىمان دەكات نمونەيەكى ترە بۇ $E = m c^2$. بارستەى خۆر بەردەوام كەم دەبئىتەوہ، چونكە وزەى كارۋوموگناتىسى تىشك دەدات.

كاتىك وزەى سىستەمىك بە برى ΔE دەگۆرپئىت، ئەوا بارستەى سىستەمەكە بە برى Δm دەگۆرپئىت برى وزەى پەيدابوو ΔE لە ونبوونى برىك بارستە Δm بەم ھاوكىشە ھەژمار دەكرئىت.

$$\Delta E = (\Delta m)(c^2) \dots\dots\dots(6-18)$$

نمونه:

بارستە رووكەشى ئەلىكترۇنىك، بە خىرايى $\frac{1}{3} c$ دەجولئىت چەندە؟ ئەگەر بارستە وەستاوى ئەلىكترۇن $m_o = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

شىكار:

ئەلىكترۇنە كە بە خىرايى $v = \frac{c}{3}$ بە گوئىرەى سەركەر دەجولئىت.

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$m = \frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2}} = \frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{0.89}} = 9.6 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

لەم خىرايى بەرزەدا بارستەى ئەلىكترۇنەكە تەنھا 6% زىادبووہ.

نمونه:

برې ئو وزه چنده كه له گډړپښې گډرېله يه كې هايدروجن بڼو وزه ده سته ده وړت، بارستې وه ستاوي گډرېله ي هايدروجن $m_o = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ (هر ده كاته وه بارستې پړوتون).

شېكار:

$$\begin{aligned} E &= m c^2 \\ &= 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 \\ &= 1.5 \times 10^{-10} \text{ J} \end{aligned}$$

نمونه:

بارستې ميزون π^0 (π^0 meson) ده كاته $m = 2.4 \times 10^{-28} \text{ kg}$. به خپراي 10^8 $v = 0.8c = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$ ده جوړولت. جوړله وزه كې چنده. به راوردې به ه ژمارې كلاسيكي بكه.

شېكار: يه كه م. بارستې ميزون π^0 له خپراي $0.8 c = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$ ده رده هينين.

$$\begin{aligned} m &= \frac{m_o}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{2.4 \times 10^{-28}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.8c}{c}\right)^2}} \\ m &= \frac{2.4 \times 10^{-28}}{0.6} = 4 \times 10^{-28} \text{ kg} \\ KE &= m c^2 - m_o c^2 \\ KE &= 4 \times 10^{-28} (3 \times 10^8)^2 - 2.4 \times 10^{-28} (3 \times 10^8)^2 \\ KE &= 14.4 \times 10^{-12} \text{ J} \end{aligned}$$

به ريگاي كلاسيكي:

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{2} m v^2 \\ &= \frac{1}{2} 2.4 \times 10^{-28} (2.4 \times 10^8)^2 \\ &= 6.9 \times 10^{-12} \text{ J} \end{aligned}$$

ئو نه نجامه راست نيه، نزيكي نيويه تي.

پرسیارو راهینان

ئیش

پ۱: ئو مەرجە چە کە دەبیٹ لە ھێژیک بیته دی تاكو ئیش بەسەر تەنیک جیبەجی بکات؟

پ۲: ئایا ستونی شەقام کە گلوپینکی پی ھەلواسراو، ئیش بەسەر گلوپە کە دەکات؟

پ۳: بێسەلمینە کە ئو ئیشە بە پی دەکریت بۆ بەرزکردنەوێ تەنیک بە بەکارھێنانی روپکی لیژ بۆ بەرزاییەکی دیاریکراو ناوەستیتە سەر درێژی روو لێژە کە.

پ۴: پیاویک ستلیک ئاوی بە دەست ھەلگرتوو و لە سەر ریگایەکی ئاسویی دەپوات، ئایا ئو ھێژە لە دەستیو بەرەو سەر کار لە ستلە کە دەکات ئیش بە پی دەکات؟ بۆچی؟

پ۵: دەشیٹ، ئو ئیشە لە لایەن ھێژیکەو دەکریت سالیب بیٹ؟

پ۶: بۆ ماوہی 20 دەقیقە ھەولێ جوولاندنی بەردیکی قورست دا. بەلام نەت توانی بیجولینیت. ئایا ھیچ ئیشت بەسەر بەردە کە کردو؟

پ۷: روونی بکەرەو. لە ماوہی لەرەکردنی بەندولیک. ئایا گرزی پەتە کە ی ئیش بە پی دەکات؟

پ۸: پەییژەکی دار درێژە کە ی (6m) ھەو بارستە کە ی (8kg) ھ، چەقی قورسای 2 m لە بنکە یوہ دورە، لە سەر زەوی فپیدراو، ئەگەر بمانەوێت ئەم پەییژە لە سەر بنە کە کە ی بە شیوہی ستوونی راست بکەینەوہو بیوہستین. ئایا بۆ ئەم مەبەستە چەند ئیش دەکەین؟ $g = 10 \text{ m/s}^2$ وە لام: 160 J

پ۹: بارستەى تەنىك 40 kg بوو لەسەر روویكى لیژی لووس كه گۆشهى 30° له گەل ئاسۆدا دروست دەكات دانرا. ئەگەر ئەو تەنە لەسەر رووه كه به تاودانیكى رێك بپه كهى 2 m/s^2 بێت به رهو سه رووى رووه كه راكیشریت، ئایا ئەو ئیشهى تا لادانى 10 m تەنە كه دهجوولینیت چەندە؟ 2800 J و

پ۱۰: تەنىك بارستەكهى 2000 g ، لەسەر روویكى ئاسۆی بیلێكخشانندن به خیرایی 40 cm/s دهپۆیشت، هیزیکى ئاسۆی به هه مان ئاراستهى خیراییه كه كاریتیکرد، دواى 5 s له كارکردنى هیزه كه خیراییه كهى بوو به 60 cm/s . ئایا بپى ئەو ئیشهى ئەو هیزه کردویهتى له م ماوه دا چەندە؟ وهلام: $2 \times 10^6\text{ erg}$

پ۱۱: ئەو ئیشهى هیزی کیشکردن دهیکات به سەر تەنىك بارستەكهى 250 kg به شاولی 2.8 m به رده بپته وه چەندە؟ وهلام: 6860 J

پ۱۲: هیزیکى هیاواشكه رهوه 535 N كاری له ئۆتۆمبیلێك كرد، ئایا ئەو هیزه چەند ئیش دهكات تاكو ئۆتۆمبیلەكه 1.25 km دهپوات؟ وهلام: $6.69 \times 10^5\text{ J}$

پ۱۳: سندوقێك 1200 N لەسەر رووی زهوى دانراوه، چەند ئیش پێویسته بكریت بۆ جولاندى به خیراییه كهى نهگۆر. a 4 m لەسەر زهویه كه دژی هیزیکى لیکخشانندن 230 N . b 4 m به شاولی؟ وهلام: $a) 920\text{ J}$ $b) 4800\text{ J}$

پ۱۴: تەنىكى 1.85 kg چەند بڵند ده بپت ئەگەر به شاولی به رهو سه ر فری بدريت له لایه ن كه سیکه وه 80 J ئیش به سەر تەنە كه دا دهكات؟ وهلام: 4.41 m

پ ۱۵: كەمترىن ئىش چەندە، كە پىۋىستە بىر ئىت بۇ پالدا نى ئوتومبىلنىڭ 950 kg. بەرە و سەرى روۋىكى لىژ گۆشەى لىژى 90° يە. بۇ لادانى 310 m لەسەر روۋەكە؟ a) (لىكخشاندىن فەرامۇش بىكە. B) ھاۋكۆلكەى خلىسكە لىكخشاندىن 0.25 بىت. ۋەلام: $1.2 \times 10^6 J$ b) $4.5 \times 10^5 J$ a)

پ ۱۶: ھەشت كىتەب ھەر يەكەن ئەستورى (4.3 cm) و بارستەى (1.7 kg) ھە بە پانى لەسەر روۋى مىزىك بىلەن كراۋنە تەۋە. چەند ئىش پىۋىستە بىر ئىت بۇ گىشە كىرەن (كۆمە كىرەن) يەك لەسەر يەكترى؟ ۋەلام: 20 J

توانا

پ ۱: ۋشەى توانا لە فىزىيادا ماناى چىە؟ يەكەكانى چىن؟

پ ۲: دوو كرىكار ھەمان ئىش تەۋاۋ دەكەن، بەلام يەكەمىان بەماۋەيەكى درەنگتر، تواناى كامىان زۆر ترە؟

پ ۳: تواناى ماتورىكى كارەباىى 0.5 kw. ئەگەر بۇ ماۋەى 15 min (دەقىقە) بەكاربەئىرەت. ئايا بىرى ئەۋ ئىشەى مۆتۆرەكە لەم ماۋەيەدا دەيكات چەندە؟ ۋەلام: $4.5 \times 10^4 J$

پ ۴: ۋەرزىكارىك (80 kg) لە ماۋەى 10 min (دەقىقە) سەر گىردىك دەكەۋىت بەرزىيەكەى (100 m) ھە. ئايا تىكرا تواناكەى چەندە؟ ۋەلام: 130.6 w

پ ۵: تواناى مەكىنەى پاپۆرىك $3 \times 10^4 kw$. بەخىراىى 27 km/h دەپوات. ئايا بىرى ئەۋ ھىزەى مەكىنەكە كارپىدەكات سەر پاپۆرەكە چەندە؟ ۋەلام: $4 \times 10^6 N$

پ ٦: له تافگه يه که وه، ټيکړا (500 tone) تون ناو له ده قيقه يه کدا له به رزی
 30 m ده که ويته خواره وه. نایا توانای ناو ده که چنده. به، a) وات b) کيلوات
 c) توانا نه سپ؟

وه لام: 3284 hp , $2.4 \times 10^3 \text{ kw}$, $2.4 \times 10^6 \text{ w}$

پ ٧: بارسته ی شه مه نده فره ٢٠٠ ton (تونه) به خیرایي 30 km/h به
 ه وراز ٢٠ سهرده که ويټ، 100 m له ه وراز ده که بېرټ، 1 m شاوليانه
 به رزده بيته وه نایا توانای مه کينه که ی چنده؟ (دابنی به رگری ليکخشان دن
 50 N) ه. بؤ هر تونيک. وه لام: 247 kw

پ ٨: مه کينه ی فرو که يه کی فيشکه دار (Jet)، هيزيکی پال دان 15000 N
 وه ده ست دينی کاتيک فرو که که به خیرایي 300 m/s ده فرټ. نایا توانای
 نه سپی نه م مه کينه چنده؟ وه لام: 6030 hp

پ ٩: بارسته ی که سيک 85 kg . بؤ نهومی سييهمی بالاخانه يه که به ماوه ی
 20 s سهرده که ويټ. به رزی نهومی سييهم له ناستی شه قامه وه (15 m) ه.
 ټيکړای ئيشکردنی به وات چنده؟ وه لام: 625 w

پ ١٠: به نداويک (سه د) 170 m به رزه، نه و توانا کاره بایيه له دينموکانه وه له
 بنکه ی به نداوه که دهرده چټ 2000 MW . چهند مه تر سيجا، ناو له
 چرکه يه کدا تيپه پرده بيټ بؤ نه وه ی نه و پره توانايه دهرچټ، (چپی ناو 1000
 kg/m^3)؟ وه لام: $1200 \text{ m}^3/\text{s}$

پ ١١: نوتومبيليک بارسته که ی 1400 kg ، توانا که ی له و دوو باره دا ده بی
 چهند بيټ. a) بؤ نه وه ی به خیرایي 80 km/h ، به سهر گردیک بکه ويټ
 گوشه ی ليژی 10° بيټ. b) بؤ نه وه ی له سهر ريگايه کی ناسویي، خیراييه که ی

له 90 km/h زياد بکات بۆ 110 km/h ، به ماوی کاتی 6 s . بزانه که هیزی به ره لستکه ره سهر ئوتومبیله که له ههردوو بار 700 N .

وه لām: 82 hp , 91 hp

پ ١٢: هه ندى كۆمپانیای توانای کاره بایی، بۆ خه زنگردنی وزه، ئاو به کارده هینن. ئه ویش به په مپدانى ئاو له خه وزیکى نزمه وه بۆ خه وزیکى به رز. ئه گهر بمانه ویت وزه یه ك خه زن بکهین، که به ماوه ی 1 سهعات له لایه ن دینه مۆیه کی توانا 100 MW سهرف ده کریت. ئایا چهند m^3 (مهتر سیجا) ئاو پیویسته له خه وزی خواره وه بۆ سهره وه به مپ بدریت، دابنئ به رزی خه وزه که ی سهره وه 500 m . و جبری ئاو 1000 kg/m^3 . وه لām: 10^4
 $7.3 \times m^3$

وزه

پ ١: به پیی بیرۆدزی ئیش — وزه، بسه لمینه که ماته وزه ی کیشکردنی ته نیکی بارسته m له خالیکدا به رزاییه که ی h بیته له رووی زه ویه وه ده کاته mgh .

پ ٢: ئه و ئیشه ی له لایه ن هیزی لیكخشاندن به پری ده کریت به شیوه ی چ وزه یه ك دیار ده که ویت؟

پ ٣: بیرکاریانه بسه لمینه که ئه و ئیشه ی هیزیك به سهر ته نیكددا ده یکات ده بیته بری گۆپان له جووله وزه که ی. به فه رامۆشکردنی لیكخشاندن.

پ ٤: روونی بکه وه، کاتیك ته نیك بارسته که ی m بیته له به رزایی h به رده دریته وه، ئه وا کۆی جووله وزه و ماته وزه ی ته نه که له هه ر ساتیکدا ده کاته mgh .

- پ۵: پياويك (90 kg)، له ناو ئوتومبيليك دانىشتوو به خيراىى 80 km/h ده جووليت. جووله وزه كەى به گويزهى هه قالتيكى تەنیشتى چەندە؟ ئايا هه مان جووله وزهى ده بيت به گويزهى زهوى؟
- پ۶: ئايا گهرمكردى بريك ناو ده بيته هوى زياد بوونى بارسته كەى؟ بوچى؟
- پ۷: ئايا KE برىكى ژماره ييه يان ئاراسته ييه؟
- پ۸: توپيك بارسته كەى m . له رووى ميژيكه وه h_1 بلندە، رووى ميژه كەش له رووى زهويه وه h_2 بلندە. كه سيك ده ليت ماته وزهى توپه كه ده كاته $PE = mgh_1$ وه يه كى تـر ده ليت ماته وزه كەى ده كاته $PE = mg(h_1 + h_2)$. كاميان راستن؟
- پ۹: روونى بكه وه ئەم هاوكيشه $E = mc^2$ ، چى ده ليت.
- پ۱۰: كاتيک ئيشيكي موجه ب به سهر تەنيكدا ده كريت. ئايا جووله وزهى ئەو تەنە زياد يان كه م ده بيت؟
- پ۱۱: ئەگەر جووله وزهى تەنيك نه گوريت. ئايا ده توانين بلتين كه سهرجه مى ئيشى به پيكر او به سهر تەنە كه سفره؟
- پ۱۲: ئايا ده بيت ماته وزهى تەنيك ساليب بيت؟
- پ۱۳: ئايا جووله وزهى ئوتومبيليك زورتر ده گوريت كاتيک خيراىيه كەى له 10 m/s بو 15 m/s يان له 15 m/s بو 20 m/s زياد ده بيت.
- پ۱۴: راست نيه بلتي ((مادده نه خەلق ده كريت و نه ده فەوتيتريت)). ئەدى له جياتى ئەوه چى بلتيت؟
- پ۱۵: سهرچاوهى ئەو وزه زورهى خور تيشكى ده دات له چييه وه يه؟

پ۱۶: تەنىك بە خىرايى 30 m/s لەسەر روويكى ئاسويى دەپويشت ئەگەر ھاوكلەكى خلىسكە ليكخشاندىنى نيوان تەنەكە رووۋەكە 0.25 بىت. ئايا ئەو تەنە چەند لادانى دەپريت تا دەۋەستيت؟ ۋەلام: 180 m .

پ۱۷: تەنىك 8 kg ، لەسەر روويكى ئاسويى دانرا. ئەگەر بەھىزى 16 N رابكىشريت كە گوشەي 60° لەگەل رووۋەكە دروست دەكات. ئايا خىرايى ئەو تەنە پاش ئەۋەى لادانى 32 m دەپريت دەبىتە چەند؟ ۋەلام: 8 m/s .

پ۱۸: گوللەيەك 180 g . بە خىرايى ئاسويى 36 m/s بە بلۆكە دارىك كەوت. ئەگەر گوللەكە تا قوۋلايى 6 cm بلۆكەكە بىسميت ئىنجا دامركيت ئايا: ۱. تىكرا بەرگى بلۆكەكە بۆ گوللەكە چەند بوۋە.

۲. گوللەكە چەند كات دەخاينيت تا لەناو بلۆكەكە دادەمركيت؟ ۋەلام: 1944 N , 0.0033 s .

پ۱۹: دىزى پەتى بەندوليك 40 cm ، گۆيەكەى بەلايەكدا راكيشرا تا پەتى بەندولەكە گوشەي 60° لەگەل شاول دروست كرد. ئىنجا بەرەللا كرا بە سەربەستى لەرە بكات. ئايا خىرايى گۆيەكە لە خالى سەرەوتندا چەندە. ((خالى سەرەوتن دەكەۋىتە ژىر خالى ھەلۋاسىنى بەندولەكە)).

ۋەلام: 2 m/s .

پ۲۰: تەنىكى 5 kg . لە ۋەستانەۋە كەۋتە خوارەۋە، ئايا جوۋلە وزەكەى دەبىتە چەند دۋاي ئەۋەى 10 m دەپريت؟ ئەگەر ھىزىك بە شاولى بەرەۋ سەر كارى تىبكات دۋاي ئەۋەى 50 cm بەرەۋ خوار دەپريت دەيوەستىت، بىرى ئەم ھىزە چەندە. $(g = 10 \text{ m/s}^2)$.

ۋەلام: 1050 N , 500 J .

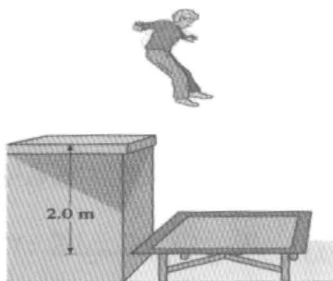
پ۲۱: گوللہ یه کی g 25. به ئاسۆی و به خیرایی 400 m/s نیشانہ یه کی جیگری سمی. به خیرایی 300 m/s له و دیویه وه ده رچوو، نه گهر نه ستووری نیشانہ که 5 cm بیت، تیکرا به رگریه که ی بۆ گولله که چنده؟ نه گهر بری نه و زه ی له ناو نیشانہ که دا ون ده بیت هه مووی بیت به گهرمی. بری گهرمی په یدابوو چنده؟ وه لام: 1225 J , 24500 N

پ۲۲: ته نیک بارسته که ی 2 kg بوو، له سه ر رویکی ئاسۆی لووس له به رده م سپرینگیکی به ستینراو بۆ لادانی 20 cm دانرابوو، نه گهر سپرینگی که به رپه لالا بکریت و ته نه که پالبدات، ئایا نه و ته نه به چ خیراییه کی سه ره تایی ده رده په ریت؟ بزانه که نه گورئ هیزی سپرینگی که (200 N/m) ه. وه لام: 2 m/s

پ۲۳: گالیسکه یه ک، پالیکی پیوه ندرا، به ره و سه ری رویکی بیلکخشانندی گوشه لیژی 25° . گه یشته که وره ترین به رزی شاولی 1.22 m به گویره ی خالی ده ستپیکردنی، خیرایی سه ره تایی گالیسکه که چنده بووه؟ وه لام: 4.89 m/s

پ۲۴: له بازدانیکی بلندا، به چ که مترین خیرایی سه ره تایی پیویسته وهرزشکاریک زه وی جیهیلایت بۆ نه وه ی چه قه بارسته که ی 2.1 m به رز بکاته وه و به گورپی 0.7 m/s به سه ر تووله که دا تیپه پبیت. وه لام: 6.5 m/s

پ۲۵: هونه رمه ندیکی ترامپولین (*trampoline*)، به خیرایی 5 m/s له لووتکه ی سه کویه که وه به ره و سه ر خوی فپئ ده دات. a به چ خیرایه ک ده که ویته سه ر توامپولینه که 2 m له ژیره وه ی سه کویه که یه.



وینہ (6-13)

(b) نه گهر ترامپولینه که وهک سپرینگیٹک نه گورپی هیژی $5.2 \times 10^4 \text{ N/m}$ بیت، ره وشت بکات، ئایا هونه رهنده که تا چ لادانیٹک ده پیه ستیویت؟ وینه (6-13). وه لام: 8 a) 0.3 m b) m/s

پ ۲۶: سپرینگیٹک، نه گورپه هیژه که ی 900 N/m بو. به شاولی له سه روی میژیک چه سپکرا. ئینجا بو 0.15 m په ستیورا. (a) چ گورپیک ده توانیت به گویه کی 0.3 kg بدات، کاتیٹک سپرینگه که به پره لالا ده کریٹ. (b) تا چ به رزاییه ک گویه که به رزده بیت هوه؟ وه لام: 8.03 m/s , 3.44 m

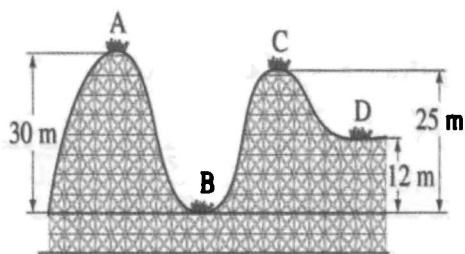
پ ۲۷: گویه ک 0.4 kg ، به خیرایی 10 m/s وه به گوشه ی 30° له گه ل زهوی فری درا. (a) خیراییه که له به رزترین خالی ریروه که یدا چه نده؟ (b) تا چه ند بلند ده بیت؟ ((پاراستنی وزه به کار بهینه)).

وه لام: 8.7 m/s , 1.3 m

پ ۲۸: له کاتی دروستکردنی سیسته می بریکگرتن (brake) له ئوتومبیله کاندا پیویسته بری نه و گهر میه ی له کاتی بریکگرتن په یدا ده بیت ره چاو بکریٹ. بری نه و گهر میه هه ژمار بکه که له بریکی ئوتومبیلیکی 1500 kg په یدا ده بیت کاتیٹک له گردیکی 20° دیته خواره وه، ئوتومبیله که ده ست به بریکگرتن ده کات له خیرایی 90 km/h بو خیرایی 30 km/h وه بو دوری 0.3 km به دریزیایی رووه لیژه که. وه لام: $1.9 \times 10^6 \text{ J}$

پ ۲۹: خلیسکینه ریٹ له وه ستانه وه له سه رویکی 100 m دریژو 20° لیژ دهستی به خلیسکان کرد. (a) نه گهر هاوکولکه ی لیکخشانندن 0.09 بیت ئایا خیراییه که ی له دامینی رووه لیژه که ده بیت هوه؟ (b) نه گهر له دامینی رووه

ليژھكەو سەھۆلەكە ئاسۆيى بىت و ھەمان ھاوگۆلكەي لىكخشاندىنى ھەبىت.
 ئايا خلىسكىنەرەكە چەندە دور لەسەر روھ ئاسۆيىكە دەپوات. (رېگای
 وزە بەكاربەيتنە). وەلام: 290 m , 22 m/s



وېنە (6-14)

پ۳۰: گالىسكەيەكى گۆرپوونەوھ. وېنە
 (6-14) بۆ خالى A راکىشرا. لە ئەوئوھ
 گالىسكەكەو سواربووھ قىژھ
 لىدەرەكانى لە وەستانەوھ بەرەللاكران،
 دابىنى لىكخشاندىن نىھ، خىرايىيەكەي
 لەخالەكانى B, C, D بدۆزەوھ.

وەلام: $V_D = 19\text{ m/s}$, $V_C = 9.9\text{ m/s}$, $V_B = 24\text{ m/s}$

پ۳۱: مندالىك 16 kg ، لە خلىسكىتېك دا، لە بەرزى 2.5 m بەرەو خوار
 دەخلىسكىت و بە خىرايى 2.25 m/s بە دامىنەكەي دەگات. لەم كردارەدا
 چەند گەرمى بەھۆي لىكخشاندىن پەيدا بووھ. وەلام: 352 J

پ۳۲: تەنىك 4 kg . لەسەر روويكى ئاسۆيى بە خىرايىيەكى سەرەتايى 4 m/s
 دەخلىسكىت. دواي ئەوھى 800 m دەخلىسكىت ئىنجا دەوھست. تىكراي
 ھىزى لىكخشاندىن كار لە تەنەكە دەكات چەندە؟ (a) بەرېگای وزە.
 (b) بەرېگای ياساكانى نيوتن بۆ جوولە. وەلام: 4 N

پ۳۳: بلۆكك 4 kg بە خىرايى 10 m/s بەر گۆيەكى وەستاو بارستەكەي 1 kg
 دەكەوئىت. پىكەوتنەكە جىرە. (a) خىرايى بلۆكەكەو گۆيەكە پاش بەرەكەوتن
 بدۆزەوھ. (b) بېرى جوولە وزەي گواستراوھ لەو پىكدادانە چەندە؟ وەلام:
 128 J , 6 m/s , 16 m/s

پ ۳۴: دوو بلۆك بارسته كانيان $m_1 = 8 \text{ kg}$ و $m_2 = 4 \text{ kg}$ له سەر ته وهری x به ئاراسته ی پېچه وانه ده جوولین به خیرایی $v_1 = 11 \text{ m/s}$ و $v_2 = 7 \text{ m/s}$ ، بهر به کتری ده که ون و له نه جامدا به یه که وه ده نو سین، بری نه و جووله وزه ی له و به یه کدادانه ونبوه چه نده؟ وه لام: 432 J

پ ۳۵: ئوتومبیلکی بارسته m له وه ستانه وه له گردیک به رزیه که ی h و دریزیه که ی L به ره و خوار گلۆریووه، وه f هیزی لیکخشاندن دژایه تی جووله ی ئوتومبیلکه ده کات. به لمینه که خیرایی ئوتومبیلکه له دامینی رووه لیزه که ده کاته:
$$v = \sqrt{2hg - \frac{2Lf}{m}}$$

پ ۳۶: گولله یه ک 1.8 g ، به خیرایی 360 m/s به بلۆکه داریک ده که ویت له قولایی 6 cm دیته وه ستان. a بری هیزی هیواشکه ره وه چه نده؟ b چه ندی پیده چیت تا ده وه ستیت؟ وه لام: $0.33 \times 10^{-3} \text{ s}$, 1940 N

پ ۳۷: موشه کیك بارسته که ی m له تفهنگیکه وه به خیرایی v_0 و به کوشه ی θ له گه ل ئاسۆ هاویژرا. به رزترین به رزایی موشه که که ده یگاتی چه نده. به ره له سستی هه واهه رامۆش بکه. ((به ریکای وزه شیکاری بکه)) وه لام:
$$h = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g}$$

پ ۳۸: ئایا بارسته ی ته نیک ده بیته چه ند. نه گه ر بارسته وه ستاویه که ی 2 kg بیت و به خیرایی 0.7 c بجوولیت. وه لام: 2.8 kg

پ ۳۹: چه ند وزه ده رده چیت، کاتیک g 2 ماده ده بۆ وزه ده گۆریت؟ وه لام: $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$ $18 \times 10^{13} \text{ J}$

پ ۴۰: نه و وزه ی پئویسته یان ده رده چیت له هه ر کارلیکیکی ناوکی یان هه ر هه لوه شان وه یه ک ($decay$)، له نه جامی گۆران له بارسته په یداده بیت له نیوان ته تۆلکه سه ره تاییه کان و کۆتاییه کان. له یه کیك له کرداره کانی

ھەلۋەشانە ۋە، گەردىلەيەكى يۇرانيۇم $m = 232.03714 \text{ u}$ ، بۆگەردىلەيەكى
 سۇرىۇم (*Thorium*) $m = 228.02873 \text{ u}$ لەگەل گەردىلەيەكى ھىليۇم $m =$
 4.00260 u ھەلدەۋەشىتەۋە. ئەم بېرە وزەي لەم ھەلۋەشانەۋە دەرەدەچىت
 ھەژمار بکە. (u دەكاتە يەكەي بارستەي گەردىلەيى 10^{-27} kg atomic mass
 $(1u = 1.6605 \times \text{unit})$

ۋەلام: $1.6 \times 10^{13} \text{ J}$

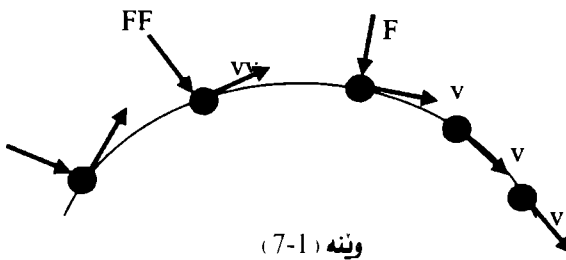
جوولەى بازنەىى Circular Motion



تۇلەناومراستى كوشىنى پشتهومى ئۇتۇمبىلىك دانىشتوى، ئۇتۇمبىلەكەش بەخىراى گەورە لە رىگايەكى ئاسۇى دا دەجوولت. كاتىك شوڧىرمەكتوپ بۇلاى چەپ لە رىزمويكى كەوانەىى پىچەمداتەو، تۇلەسەر كوشىنەكە بەرمولاى راست دەخلىسكىت تا بە دىوارى ئۇتۇمبىلەكە دەنوسىت بەم شىومش دەمىنئەو تا پىچدانەومەكە كۇتايى دىت. نايادەبى ھۇى ئەمە چى بىت؟ ھۇى ئەمەو ھۇى زۇر لە دىاردەكانى سروشتى ومك سوورانەومى ھەسارەكان بە دەورى خۇردا و سورانەومى مانگى سروشتى مانگە دەستكردەكان بە دەورى زمویدا. . ھتد. ئەم بەشەدا دەيانخوينىن و لىيان دەكۆلىنەو كە بابەتى جوولەى بازنەىى دەيانگىرئەو.

(7-1) جوولهی بازنهیی ریک Uniform Circular Motion

به پئی یاسای نیوتنی یه کهم، نه و ته نهی به خیراییه کی نه گور له سهر هیلکی راست ده پوات، له جووله کهیدا به رده وام ده بیت به هه مان ناراسته و به هه مان بری خیرایی به مارجیک هیزکی دهره کی کاریتینه کات، نه گهر هیزکی دهره کی به ناراسته ی خیراییه که ی کار له ته نه که بکات نه و تاودانی پیده دات و بری خیراییه که ی زیاد ده کات بی نه و هی ناراسته که ی بگوریت وه نه گهر هیزه کارتیکه ره که پیچه وانه ی ناراسته ی خیرایی بیت نه و هیواشبوونه وه ی پیده دات و بری خیراییه که ی کهم ده کات بی نه و هی ناراسته که ی بگوریت. نیستاکه با نه م پرسیاره بخینه روو. نه گهر هیزکی دهره کی کاری له ته نیک کرد به ناراسته یه ک ستون له سهر ناراسته ی خیراییه که ی ئایا نه م ته نه چون رهفتار ده کات و چی به سهر جووله که ی دیت؟ بو وه لامدانه وه ی نه م پرسیاره ده لئین له بهر نه و هی نه م هیزه کارتیکه ره پیکنه ریکی نیه ته ریب به ناراسته ی خیرایی ته نه که بویه ناتوانیت بری خیراییه که ی بگوریت، به لام نه و هی نه م هیزه ده یکات نه و هی ته نه ی ناراسته ی خیراییه که ی ده گوریت و وا ده کات له سهر ریره ویکی که وانه یی بجوولیت. تا نه م هیزه ش له کارکردن دابیت نه و ناراسته ی خیرایی به رده وام ده گوریت.



به لام هر ساتیک هیزه کارتیکه ره که نه ما، نه و ته نه که له سهر هیلکی راست ده پوات به هوی سیفته ی به رده وامی به هه مان نه و ناراسته ی ته نه که هیه ته ی له ساتی نه مانی هیزه کهه. وینه (7-1).

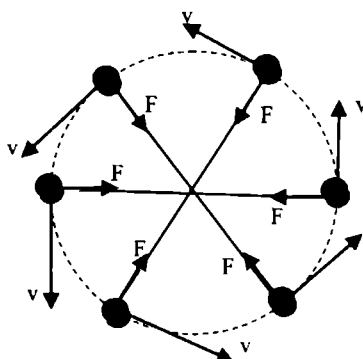
نه م هیزه F ستونه له سهر ناراسته ی خیرایی (v).

هه لدهستی به گورینی ناراسته ی خیرایی نه ک بره که ی له

وہ ٹیگر ہیزہ کہ لہ کارکردن بہ رده وام بیت، ئوا تہنہ کہ لہ سہر ریپرہ ویکی بازنیی دہ جولیت.

جولہ ی بازنیی ریک، جولہ ی تہنیکہ لہ سہر ریپرہ ویکی بازنیی بہ گورپکی نہ گور، ٹیگر گورہ کہ بگورپت ئوا جولہ بازنیہ کہ ناریک دہ بیت.

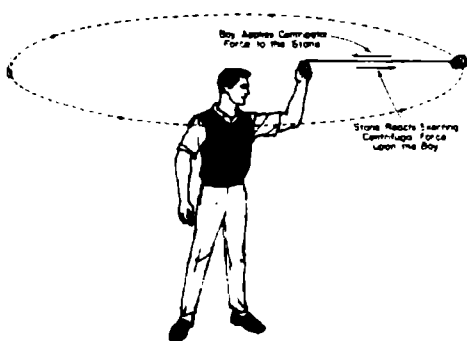
لہہر ئوہی ئاراستہ ی خیرایی لہ جولہ ی بازنییدا بہ رده وام دہ گورپت بویہ دہ بیتہ ہمیشہ ہیزیکی دہرہ کی ہہ بیت بہ ئاراستہ ی ستون لہ سہر ئاراستہ ی خیراییہ کہ (بہرہو چہ قی بازنیہ کہ) کار لہ تہنہ کہ بکات،



وینہ (7-2a)

دہبی ہیزیکی دہرہ کی ہہ بیت بہرہو چہ ق کار لہ تہن بکات بونہوہی تہنہ کہ جولہ ی بازنیی

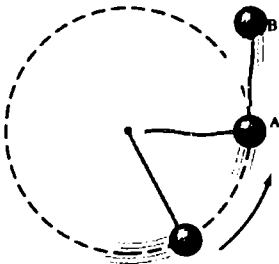
بہ ٹم ہیزہ دہ گورپت چہ قہ ہیزی (centripetal force) پیویست بؤ مانہوہی تہنہ کہ لہ سہر ریپرہوہ بازنیہ کہ یدا. کہ واتہ بؤ ئوہی تہنیک جولہ ی بازنیی ٹہنجام بدات پیویستہ ہیزیکی دہرہ کی ہہ بیت بہرہو چہ ق بہ رده وام کارتیبکات. وینہ (7-2a).



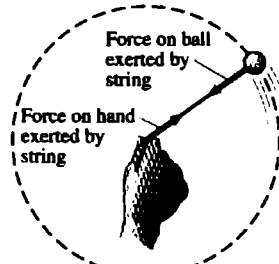
وینہ (7-2b)

سہرچاوه کانی چہ قہ ہیزان جیاوازن. بؤ نمونہ ئو چہ قہ ہیزہ ی کار لہ تہنیک بہ ستراو بہ پتیک دہکات، لہ کاتی سوراندنہوہی لہ ریپرہ ویکی بازنیی وہ لہ ئاستیکی ئاسوییدا تہنہا گرزی پتہ کہ یہ وینہ (7-2b).

ئەو ھىزەى لە پەتەكەوہ كار لە تەنەكە دەكات، دەبىتە چەقە ھىزى پىويست بۆ ھىشتەنەوہى تەنەكە لە رپرەوہ بازەنەيەكەيدا. واتە ھىزى گرزى پەتەكە ھەلەدەستى بە گۆرپىنى ئاراستەى خىرايى تەنەكە تا لە رپرەوہ بازەنەيەكەيدا بىننيتەوہ، ئەگەر پەتەكە بىسيت لەو ساتەى تەنەكە لە خالى A دايت، ئەوا چەقە ھىز نامىنيت و پەتەكە ناتوانيت چىتر تەنەكە بگرىت و لە رپرەوہ بازەنەيەكەيدا بىھيليتەوہ، بۆيە بەھوى سيفەتى بەردەوامى لەسەر رويشتن بە ھىلى راست، تەنەكە بە ئاراستەى ليكەوت بۆ رپرەوہ بازەنەيەكەى لەسەر ھىلىكى راست AB دور دەكەوتتەوہ. وىنە (7-3 b).



وینە (7-3b) كاتىك پەتەكە دەچرىت تەنەكە بە ھىلى راست لەسەر جوولە بەردەوام دەبىت بە ئاراستەى ليكەوت بۆ رپرەوہ بازەنەيەكەى.

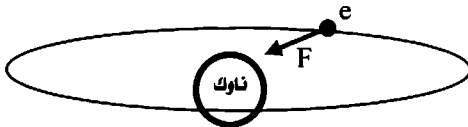


وینە (7-3a)

گرزى پەتەكە F دەبىتە چەقە ھىزى پىويست

جوولەى ھەيف بە دەورى زەويدا بازەنەيە، چەقە ھىزى پىويست بۆ ھەيف تا لە رپرەوہ بازەنەيەكەدا بىننيتەوہ برىتە لە ھىزى كىش كردنى زەوى بۆ ھەيف.

ھىزى كىشكردنى كارەباى نيوان ئەلكتون و ناوك لە گەردىلەكاندا دەبىتە ئەو چەقە ھىزەى كە ئەلىكترون دەيەويت تا لە رپرەوہ بازەنەيەكەيدا بە دەورى ناوك بىننيتەوہ. وىنە (7-4 a,b)



وینە (7-4b)

ھىزى كىشكردنى كارەبايى لە نيوان ئەلىكترون و ناوك دەبىتە چەقە ھىز



وینە (7-4a)

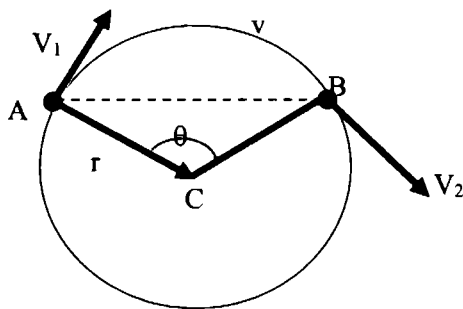
ھىزى كىشكردنى زەوى بۆ ھەيف دەبىتە چەقە ھىز

له روونکردنه وه کانی پېشوو ديارکه وت، ئه و ته نه ی جووله که ی بازنه ییبه، هیزیک به ره و چه ق کاری تېده کات. به پېی یاسای دووه می نیوتن، کاتیک هیزیک کار له ته نیک ده کات، تاودانی پې دده دات. که واته چه ق هیزیش هر وه هیزه کانی تر ده بیئت تاودان به و ته نه بدات که جووله ی بازنه یی ده کات، له بهر ئه وه ی ئاراسته ی چه ق هیز به ره و چه ق، ئاراسته ی تاودانه که شی به ره و چه ق ده بیئت. به م تاودانه ده گوتـری چه ق تاودان (*Centripetal acceleration*). چه ق تاودان له نه نجامی گۆپانی بری خیرایی په یدا نابیئت چونکه بری خیرایی جیگیره. به لکو له نه نجامی گۆپانی ئاراسته ی خیراییه که په یدا ده بیئت، چونکه تاودان رووده دات نه گهر گۆپان چ له بری خیرایی بیئت یان چ له ئاراسته ی خیرایی بیئت.

(7-2) چه قه تاودان و چه قه هیز

Centripetal acceleration and centripetal force

له به ندی (7-1) دا باسی ئه وه مان کرد، کاتیک ته نیک له بازنه یه کدا به گورپکی نه گورپ ده جوولیت، ئه و ئاراسته که ی بویه خیراییه که شی هر دووکیان به رده وام ده گورپن. هوی گورپانی ئاراسته ی خیرایی له نه نجامی ئه وه یه که هیزیک دهره کی به ره و چه قی بازنه که به رده وام کار له ته نه که ده کات. پېی ده گوتری چه ق هیز. نه م چه ق هیزه ش چه ق تاودان به ته نه سووپاوه که دده دات، به ره و چه قی بازنه که به هه مان ئاراسته ی چه ق هیزه که. ئیستا که ده مانه ویت، بیرکاریانه، په یوه ندی چه ق تاودان به خیرایی ته نه که و نیوه تیره ی بازنه که دهر به یتنن. وینه (7-5).



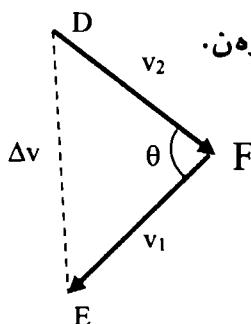
ویننه (7-5a)

جوولەى بازنەىى تەئۆلكەىەك
پیشان دەدات، دوو خیراییە
ساتییەكەى تەئۆلكەكە ، v_2
 v_1 لیکەوتن بۆ ریرەوہ بازنەییەكە
لە خالی A ، B دا، بە ئاراستەدارى v_2
 v_1 ، نواندراون.

ئەم دوو خیراییە v_2 ، v_1 وە ھەرەوہا بېرى گۆپان لە خیراییە كە لەئەنجامى
گواستنەوہى تەنەكە لە خالی A یەوہ بۆ خالی B پەیدا دەبیت بە سینگۆشەى
 EFD نواندراون.

$$\therefore \Delta v = v_2 - v_1 = v_2 + (-v_1)$$

ئەم سینگۆشە EFD نواندنیکى ئاراستەىى خیراییەكانە، ھاوشیوہى
سینگۆشەى BCA بە . لایەكانى ئەم دوو سینگۆشە ھاویرژەن.



ویننه (7-5 b)

$$\therefore \frac{\Delta v}{v_1} = \frac{(AB)_{\text{ئە}}}{r}$$

ئەگەر خالی B ژۆر نزیکى خالی A بیت، كاتى
خاینراو Δt بۆ گواستنەوہى تەئۆلكەكە لە A بۆ B
ژۆر كورت دەبیت و گۆشەى θ ژۆر بچووك دەبیت

لەم بارەدا بە نزیکى كەوانەى AB یەكسان دەبیت بە ژۆرى AB .

$$\therefore \frac{\Delta v}{v_1} = \frac{(AB)_{\text{كەوانە}}}{r}$$

لەبەر ئەوہى خیراییە تەئۆلكەكە v نەگۆرە، $v_1 = v_2 = v$ كەواتە:

$$\therefore \frac{\Delta v}{v} = \frac{v \Delta t}{r}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{R}$$

به لام $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ ده کاته چه ته تاودان (a_c).

$$a_c = \frac{v^2}{R} \dots \dots \dots (7-1)$$

به پئی یاسای دووه می نیوتن $F_c = m a_c$

$$\therefore F_c = \frac{mv^2}{r} \dots \dots \dots (7-2)$$

نهمه ش بری نهو چه ته هیزه دیاریده کات که ته نیک پییده ویت بارسته که می m بیت به گوری v له ریږه ویکې بازنه می نیوه تیره r بسوړیت.

له جووله ی بازنه می دا، بهو کاته می ته نیک ده یخاښتیت تا به ک سوړ ته و او ده کات ده گوتری کاته له ره $Period (T)$ وه به ژماره ی سوړه کان له چرکه به کدا ده گوتری له ره له $frequency (f)$ که واته:

$$f = \frac{1}{T} \dots \dots \dots (7-3)$$

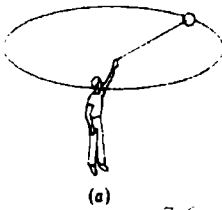
نه گهر نیوه تیره ی بازنه که r بیت وه گوری ته نه که V بیت نه و ا:

$$\therefore v = \frac{\text{جیوه ی بازنه}}{\text{کاته له ره}}$$

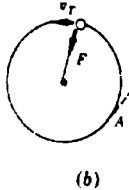
$$\therefore v = \frac{2\pi r}{T} \dots \dots \dots (7-4)$$

$$\therefore v = 2\pi r f \dots \dots \dots (7-5)$$

(7-3) F_c سرچاوه کانی چه ته هیز The sources of



وینه (7-6)



(b)

گرزی FT په ته که، گویه که ده گریت تا له ریږه ویکې بازنه پیدا به ښیته وه. نه گهر په ته که له خالی A بېستیت نه و ا گویه که به ښیلکی راست به رمو B له جووله به رد دوام دمیت

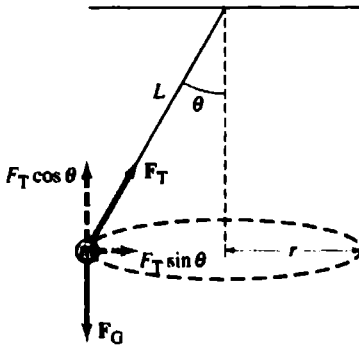
۱. که سیک ته نیکې به ستر او به کړتایی په تیکه وه له ئاستیکې ئاسویدا ده سوړیتیت. نه و ا که سه که، په ته که راده کیشیت و هیزیکې به ره و چه ق ده خاته سهر ته نه که، نه م هیزه راکیشه ره ش ه مان گرزی په ته که یه. F_T وینه (7-6) نه م گرزی په ته که ده بیته چه ته هیز.

چه ته هیز - گرزی په ته که

$$F_T = F_c = \frac{mv^2}{r}$$

۲. قوچەكە بەندول Conical Pendulum

گۆیهکی بچوکی بارسته m ، به سه‌ریکی ده‌زویکی سووک درێژییه‌که‌ی L هه‌لواسراوه له رێپه‌وێکی بازنه‌یی نیوه‌تیره r له ئاستیکی ئاسۆیدا به گۆری v ده‌سووپێته‌وه ده‌زوه‌که‌ش گۆشه‌ی θ له‌گه‌ڵ شاول دروست ده‌کات وێنه (7-7).



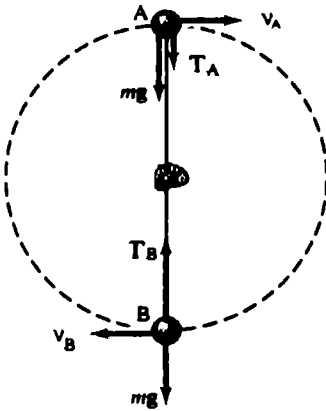
وێنه (7-7)

دوو هێزکار له گۆیه‌که ده‌که‌ن، یه‌که‌میان کێشی خۆی به‌ره‌و خوار $F_G = mg$. دووه‌میان گرژی په‌ته‌که F_T . ئه‌م هێزه‌ش بۆ دوو پێکنه‌ر شیته‌ڵ ده‌کریته $F_T \sin \theta$ ئه‌مه‌ش ده‌بیته‌ چه‌قه هێزو $F_T \cos \theta$ ئه‌مه‌ش پارسته‌نگی کێشی گۆیه‌که‌یه.

$$F_T \sin \theta = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (7-7)$$

$$F_T \cos \theta = mg \dots\dots\dots (7-8)$$

۳. سوپاندنه‌وه‌ی ته‌نێك له ئاستیکی شاولی دا. (جوله‌ی بازنه‌یی نارێك) گۆیه‌کی بارسته m به‌ کۆتایی ده‌زویك درێژییه‌که‌ی r به‌ستراوه. به‌ده‌وری سه‌ره‌که‌ی تری له بازنه‌یه‌کی ئاست شاولی ده‌سووپێندریته‌وه. وێنه (7-8).



وێنه (7-8)

(a) له به‌رزترین خاڵدا A، دوو هێزکار له گۆیه‌که ده‌که‌ن، کێشه‌که‌ی mg وه‌ گرژی ده‌زوه‌که T_A . ئاراسته‌ی هه‌ردووکیان به‌ره‌و خواره، به‌رنه‌نجامه‌که‌یان ده‌بیته‌ چه‌قه هێز.

کێشکردن و گرژی ده‌زوه‌که به‌یه‌که‌وه چه‌قه هێز ناماده‌ده‌که‌ن

$$\therefore mg + T_A = \frac{mv_A^2}{r} \dots\dots\dots (7-9)$$

(b) له نزمترین خالدا B ، دوو هیڅ کار له ګویه که ده که ن، کیښه که ی mg بهر و خوار، ګرځی ده زوه که T_B بهر و سر، ناراسته کانیا ن پیچه وانه ن، بهر نه نجامه که یان ده بیته چه هیز.

$$\therefore T_B - mg = \frac{mv_B^2}{r} \dots \dots \dots (7-10)$$

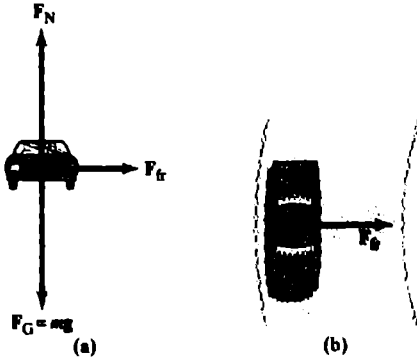
نه و جووله باز نه یی ناریکه، چونکه ګوپی ګویه که له کاتی سووړانه ویدا ده ګوپیت. له بهر نه و هی هی کیڅکردنی زوی به دریځایی پیره وده کی کاری تیده کات و ګوپه کی ده ګوپیت.

له هاو کیښه ی (7-9) وه.

$$T_A = m \left(\frac{v_A^2}{r} - g \right) \dots \dots \dots (7-11)$$

له هاو کیښه ی (7-11) تیبینی بکه، کاتیڅ خیرایی ته نه که له خالی A ده کاته $V_A = \sqrt{rg}$ ، نه و ګرځی ده زوه که ده بیته سفر. له م حاله ته دا ته نه کیڅی ته نه که ده بیته چه هیزو ګویه که ش ته نه خه ریکه له ریره وه باز نه یی که یدا بمینیته وه، نه ګر ګوپی ګویه که له خالی A دا، که متر بوو له $v_A < \sqrt{rg}$ ، نه و کیڅی ته نه که له چه هیز پیویست زیاتر ده بیت، له م حاله ته دا ګویه که ده که ویته خواره وه و له ریره وه باز نه یی که ی دهر ده چیت.

۴. پېچدانەوہ لہ ریگا ئاسۆییہکاندا:



وننە (7-9)

هیزەکانی سەر ئوتومبیلێک لہ پېچیکدا ریگاگە
فلات بێت.

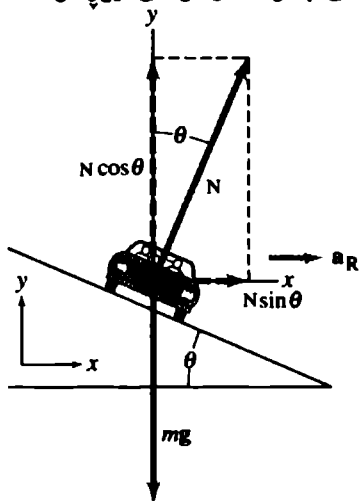
ئەو ئوتومبیلە لہ ریگایەکی بازنەیی لہ
ئاستیکی ئاسۆییدا بە گورێکی دیاریکراو
دەجوولیت، ئەو ریگاگە هیزیک بەرەو
چەقی پێرەوہکە دەخاتە سەر
ئوتومبیلەکە ئەم هیزەش، هیزی
لیکشاندنی سەرەتاییە لہ نیوان
تایەکانی ئوتومبیلەکەو
ریگاگە.

وا دەکات ئوتومبیلەکە لہ رێرەوہ بازنەییەکیدە بمینیتەوہو لێی
دەرنەچیت. وینە (7-9). ئەم هیزە لیکشاندنە دەبێتە چەقە هیزی
پێویست بۆ راگرتنی ئوتومبیلەکە لہ رێرەوہ بازنەییەکیدە.

$$\begin{aligned} F_c &= F_{fr} \\ F_c &= \mu_s (mg) \\ \frac{m v^2}{r} &= \mu_s (mg) \\ \therefore \mu_s &= \frac{v^2}{rg} \dots \dots \dots (7-12) \end{aligned}$$

ئەگەر خێرای ئوتومبیلەکە لہ پېچیکی نیوہ تیرە دیاریکراو دا زۆر بوو
بەجۆریک کە v^2/rg گەرەتر بێت لہ μ_s (ئەمە روودەدات لہ رۆژانی
بەفروباراندا). ئەو کاتە بەهۆی بەردەوامی لەسەر جوولە، ئوتومبیلەکە بە

ئاراستەى لىكەوت بۆ رېرەوۋە بازەنەيەكەى بۆ دەرەوۋەى رېرەوۋەكەى دەخلىسكىت.



وئە (7-10)

ئەو ھىزە ستونىيەى كار ئە ئەو ئوتومبىلە دىكەت كە ئە
لۇفەيەكى رىگەى لىژ پىچەدەداتەوۋە بۇ دوو پىكەنە رىتەل
دەبىت، ئاسۋى و شاولى

۵. پىچدانەوۋە لە رىگا لىژەكان.

رىگا كەوانەيە لىژەكان ئەگەرى
رووداۋەكان بەھۋى خلىسكان كەم
دەكەنەوۋە. چۈنكە ئەو ھىزە
ستونىيەى رىگا كە دەيخاتە سەر
ئوتومبىلە كە پىكەنە رىكى ئاسۋى
بەرەو چەقى دەبىت، بۆيە
پىۋىستىبون بە ھىزى لىكخشاندىن كەم

دەبىتەوۋە (وئە 7-10).

بۆ گۆشەيەكى لىژى دىارىكراۋ θ . خىرايەك ھەيە كە ئوتومبىلە كە دەتوانىت
پىچدانەوۋە بى ئەوۋەى پىۋىستى بە ھىزى لىكخشاندىن ھەبىت. ئەم حالەتەش
دېتە دى كاتىك پىكەنەرە ئاسۋىيەكەى ھىزە ستونىيەكە، بە ئاراستەى چەقى
رىگا بازەنەيەكە دەبىتە ئەو چەقە ھىزەى ئوتومبىلە كە دەيەوئىت بۆ ئەوۋەى
لە رىگا كە پىچدانەوۋە. كەواتە:

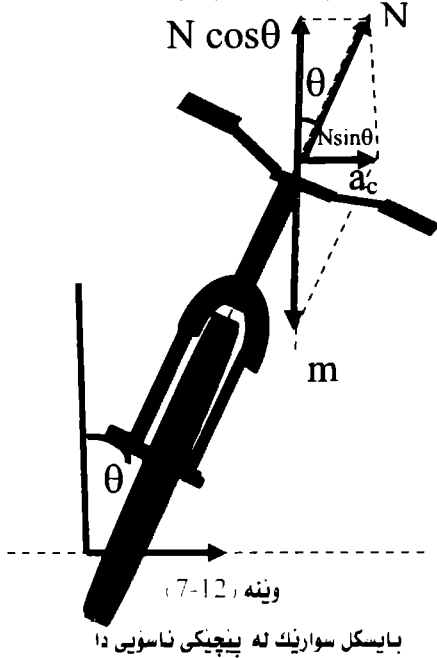
$$N \sin \theta = \frac{m v^2}{r} \dots\dots\dots (7-13)$$

$$N \cos \theta = mg \dots\dots\dots (7-14) \quad \text{وہ}$$

بە دابەش كردن

$$\tan \theta = \frac{v^2}{r g} \dots\dots\dots (7-15)$$

رېگا لاره‌كان له لۆفه‌كاندا به جوړېك ئه‌نداز ده‌كرېن، مه‌رجه‌كانى گوشه‌ى θ تېدايېت كه هاوكېشه 7-15 دياريان ده‌كات بۇ خېراييه‌كه‌ى دياريكراو.

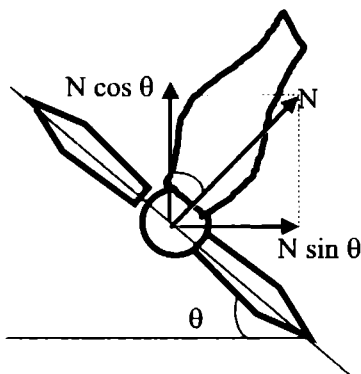


۶. پايسكل سوار له پېچى ناسوئيدا:
كاتېك بايسكل سوار له رېگه‌يه‌كى ناسوئى رېره‌و بازنه‌يى ده‌سووپېته‌وه، خوى و بايسكله‌كه‌ى له شاوله‌وه به‌ره‌و چه‌قى سووپانه‌وه لارده‌كات‌وه. وېنه (7-12). به‌مه‌ش چه‌قه هېزىكى گونجاوى پټويست په‌يدا ده‌كات تا به گورپكى دياريكراو له رېره‌وه بازنه‌ييه‌كه‌يدا بمېنېته‌وه.

له وېنه (7-12) دا. ديارده‌كه‌ويت كه پېكنه‌رى ناسوئى هېزى ستوونى رېگاكه له‌سه‌ر بايسكل سواره‌كه، ده‌بېته چه‌قه هېزى پټويست. بۇ مانه‌وه‌ى بايسكل سواره‌كه له رېره‌وه بازنه‌ييه‌كه‌يدا.

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} \dots \dots \dots (7-16)$$

له هاوكېشه‌ى (7-16). θ گوشه‌ى خولاړكردنه‌وه‌ى بايسكل سواره‌كه‌يه به گورپه‌ى شاول. چه‌ند پايسكل سواره‌كه به خېراييه‌كى زوړتر پېچېداته‌وه، گوشه‌ى θ ده‌بېت زياتر بېت.



وېنه (7-13)

۷. پېچدانه وهی فرۆکه کان له ناسماندا. فرۆکه له کاتی فرېنیدا که پېچده کاته وه، ناچاره خوی له ناسوی لاریکاته وه، تا به هوی بهرته نجامی کیشه که ی و هیزی کاریگری با (wind) له سهری، چه قه هیزیکی ناسوی گونجاو بو پېچکردنه وهی په یدا بکات.

له وېنه (7-13)، فرۆکه په ک له کاتی پېچدانه وه خوی به گوشه ی θ له ناسوه لار ده کاته وه، له م باره دا دوو هیزکار له فرۆکه که ده که ن. کیشی خوی mg به ره و خوار و کاردانه وهی با له سهری (N). پیکنه ری ناسوی کاردانه وه که ده بیته چه قه هیزی پتویست بو مانه وهی فرۆکه که له ریپره وه بازنه ییه که یدا.

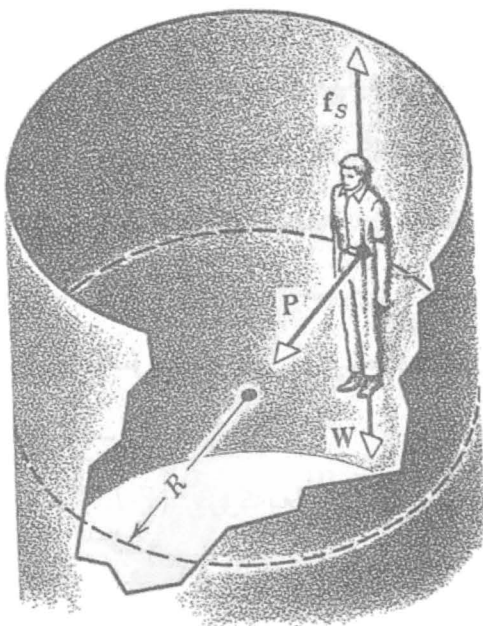
$$N \sin \theta = \frac{m v^2}{r} \dots\dots\dots (7-17)$$

$$N \cos \theta = mg$$

4θ نه وه گوشه یه ده که وېته نیوان بالی (wing) فرۆکه که و ناسو.

۸. خولخورد (رۆتور):-

له زور پارکه کانی یاریکردن، ده زگایه که هیه پیی ده گوتری رۆتور (rotor). رۆتور هؤده یه کی لووله ییه، ده توانریت به ده وری ته وهره شاولیه که ی خولی پېدیریت.



وېنه (7-14)

هيزه کانی سر که سينک له ناو روتوریکی

نیو تیره R دا

که سینک ده چیتته ناو روتوره که،
 دهرگاکی داده خات، ئینجا پشت به
 دیواره که یه وه ددهات و راده وستیت.
 خیرایی خولانه وهی روتوره که له
 سفره وه بهر بهر زیاد ده کړیت. تا
 له خیراییه کی دیاریکراودا نه و بنکه ی
 که سه که ی له سر وه ستاوه
 ده کړیتته وه و چالکی قول
 دیارده که ویت، که سه که ش ناکه ویتته
 ناو چاله که چونکه نووساو به دیواری
 روتوره که ده مینیتته وه.

هیزی لیڅخشانندن بهر وه سر له نیوان که سه که و دیواره که ناهیلیت که سه که
 بکه ویتته خواره وه.

نه و هیزانه ی کار له که سه که ده که ن له وینه (7-14) نمایش کراون. کیشی
 خوی $w=mg$ ، هیزی لیڅخشانندن بهر وه سر له نیوان که سه که و دیواری
 روتوره که f_s وه چه هیز P ، له لایه ن دیواره که وه ده خړیتته سر که سه که.
 که پیوېسته بۆ هیشتنه وهی که سه که له ریږه وه بازنه ییبه که یدا. نه که ر
 نیو تیره ی روتوره که R بیت و کوتا خیرایی که سه که v بیت. له م خیراییه دا
 هیزه لیڅخشانندن که بهر وه سر ده بیتته پارسه نگی کیشی که سه که.

$$\begin{aligned}
 F_s &= mg \\
 \mu_s P &= mg \\
 P &= \frac{mv^2}{R} \quad \text{به لّام} \\
 \mu_s \times \frac{mv^2}{R} &= mg \\
 \therefore \mu_s &= \frac{Rg}{v^2} \dots\dots\dots (7-18)
 \end{aligned}$$

ئەم ھاوکیڭشە کەمترین ھاوکۆلکە ی لیکخشانەنی سەرەتایی دیاریدەکات کە پێویستە بۆ ئەوێ کە سێک، بە دیواری رۆتۆرە کەوێ بەرەو خوار نە خلیسکێت نیوێتەرە کە ی R بێت خێرای خولانەوێ ی v بێت.



وێنە (7-15)

گالیسکە گۆربۆوێکە. بە گۆرێکی زۆر بە سەر رووی ناوێوێ رێرموێ ناسنێکی بازنە یی ناست شاولیدە دەروا.

۹. گالیسکە ی گۆربۆوێ:--

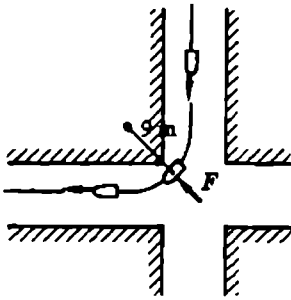
دەبین، نە فەرەکانی سەرەوێوێوێ دانیشتون لە گالیسکە کاندای، لە بەرزترین خالی رێرەوێ بازنە ییە شاولییە کە دا، سەرەپای کاری کێشکردنی زەوی لە سەریان، بە لّام ناکەوێ خوارەوێ. وێنە (7-15).

چونکە کاردانەوێ رێرەوێ ئاسنێنە کە P بەرەو خوار لە گەڵ کێشی گالیسکە کەوێ نە فەرەکانی mg دەبن بە چەقە هێزی پێویست بۆ گالیسکەوێ نە فەرەکانی تا بە گۆرێکی دیاریکراو لە رێرەوێ بازنە ییە کە دا بمانێنەوێ.

$$mg + P = \frac{mv^2}{R} \dots\dots\dots (7-19)$$

نمونه :

ئوتومبیلیکی 1200 kg له گۆشه یه کدا به خیرایی 8 m/s پیچده داته وه له ریره ویکی شیوه که وانه ی بازنده دا. ئه گهر نیوه تیره ی بازنده که 9 m بیت. ئایا بری ئه و هیزه ئاسۆیه چهنده که پتویسته له لایه ن ریگا که وه بخریته سهر تایه کانی بۆ ئه وه ی ئوتومبیله که بگریت و نه هیلیت له ریره وه بازنده یه که یدا ده رچیت. وینه (7-16).



وینه (7-16)

تا ئوتومبیله که له گۆشه که دا بسووریته وه. ده بیت هیزی لیکخشاندن له نیوان تایه کان و ریگا که، نه و چه قه هیزه دابینبکات بۆ ئه وه ی ئوتومبیله که له ریره وه بازنده یه که ی بمینیته وه.

شیکار:

بری هیزی پتویست ده کاته چه قه هیز

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_c = \frac{1200 \times (8)^2}{9} = 8530 \text{ N}$$

ئه م هیزه لیکخشاندن له لایه ن ریگا که وه ده خریته سهر تایه کانی.

$$\mu_s = \frac{f_r}{N}$$

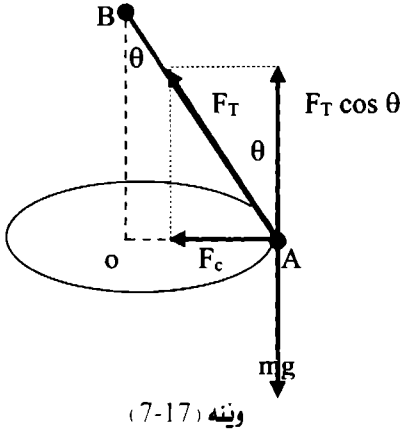
$$\mu_s = \frac{8530}{1200 \times 9.8} = 0.73$$

لیره وه دیارده که ویت که هاوکۆلکه ی لیکخشاندن μ_s نابیت که متر بیت له 0.73 تا کو ئه م هیزه گه وره په یدا ببیت. ئه گهر ریگا که ته ریت یان سه هۆل بیت ئه و هیزی لیکخشاندن له نیوان تایه کان و ریگا که که متر ده بیت له 8530 N . له م حاله ته ئوتومبیله که بۆ دهره وه ی ریره وه بازنده یه که ی به ئاراسته ی لیکه وت بۆ ریره وه که ی، ده خلیسکیت و ناتوانیت پیچده داته وه.

نمونه:

گويهه 0.6 kg ، به سه‌ريكي ده‌زويكي سووكه‌وه دريژيه‌كه‌ي 1.3 m مه‌لواسرا، ئينجا له ئاستيكي ئاسويي به گوپيكي نه‌گوپ له ريره‌ويكي بازنه‌يي نيوه‌تيره‌كه‌ي 0.5 m سووپيندرا. ئايا: a گوپي گويهه‌كه‌ چنده؟ b چه‌قه تاوداني گويهه‌كه‌ چنده؟ c هيزي گري ده‌زووه‌كه‌ چنده.

شيكار:



ويته (7-17)

دوو هيز كار له گويهه‌كه‌ ده‌كه‌ن:

١. كييشي خوي به‌ره‌و خوار $mg =$

٢. گري په‌ته‌كه‌ به‌دريژايي په‌ته‌كه‌ F_T .

F_T بو دوو پيكنه‌ر شيته‌ل ده‌كه‌ين، شاولي

$F_T \cos \theta$ و ئاسويي $F_T \sin \theta$

$$F_T \cos \theta = mg \dots\dots\dots (1)$$

$$F_T \sin \theta = \frac{mv^2}{r} \dots\dots\dots (2)$$

به دابه‌ش كردني هاوكيشه‌ي (2) به‌سه‌ر هاوكيشه‌ي (1)

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} \dots\dots\dots (3)$$

له $\triangle OAB$.

$$(AB)^2 = (OB)^2 + (OA)^2$$

$$(1.3)^2 = (OB)^2 + (0.5)^2$$

$$OB = 1.2 \text{ m}$$

له هاوكيشه‌ي (3) دا.

$$a) \quad \frac{0.5}{1.2} = \frac{v^2}{0.5 \times 9.8}$$

$$v = 1.4 \text{ m/s}$$

$$b) \quad a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$a_c = \frac{(1.4)^2}{0.5} = 3.92 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

c)

له هاوکیشه یه که مدا

$$F_T \times \frac{1.2}{1.3} = 0.6 \times 9.8$$

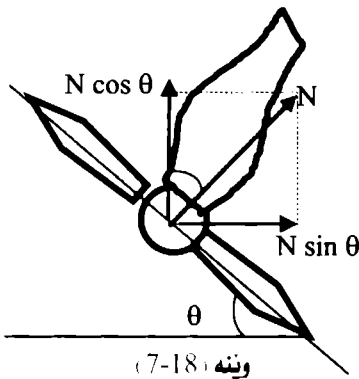
$$F_T = 6.4N$$

نمونه:

فرۆکه یه که به گوریکی نه گور له رپره ویکسی بازنه یی ئاست ئاسۆیی پیچ ده داته وه. نه گور نیوه تیره ی بازنه که 400 m بیت. وه بارسته ی فرۆکه وانه که m بیت و کیشه کاریکه ره که ی 2mg بیت. ئایا: a) به چ گوشه یه که پیویسته فرۆکه که خوی له ئاسۆوه لاریکاته وه؟ b) چه قه تاودانی فرۆکه وانه که ده کات چه نده؟ c) گوری فرۆکه که چه نده؟

شیکار:

کیشی کاریگه ری فرۆکه وانه که هه مان کاردانه وه ی نه و هیزه یه که با ده یخاته سه ر فرۆکه که وه له نه نجامدا سه ر فرۆکه وانه که $N = 2mg$.



$$a) \quad N \cos \theta = mg$$

$$2mg \cos \theta = mg$$

$$\cos \theta = \frac{1}{2} \quad \therefore \theta = 60^\circ$$

$$b) \quad N \sin \theta = \frac{mv^2}{r} = m a_c$$

$$2mg \sin 60^\circ = m a_c$$

$$a_c = 2 \times 9.8 \times 0.86$$

$$a_c = 16.8 \text{ m/s}^2$$

$$c) \quad a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$16.8 = \frac{v^2}{4000}$$

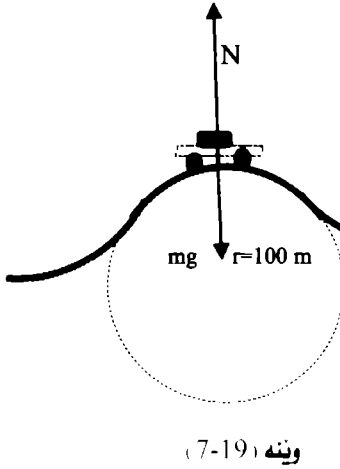
$$v = 259.2 \text{ m/s}$$

نمونه:

ئوتومبیلکی وهرزش به خیرایی 20 m/s به سه ر پۆپی گردیکی خر (r = 100) تیپه ر ده بیت نه مانه دیاریکه. a) نه و هیزه ستونییه ی کار له ئوتومبیلکه ده کات. b) نه و هیزه ستونییه ی کار له شوفیره که ده کات

بارسته‌کەى (70 kg) (c) له چ گوڤێك هێزى ستوونى سەر ئوتومبێله‌كه ده‌بێته سفر؟

شیکار:



له وێنه (7-19) دا، دوو هێز کار له ئوتومبێله‌كه ده‌کەن. کێشى خۆى به‌رهو خوار (mg) وه کاردان‌ه‌وه‌ى ستوونى N (هێزى ستوونى) رێگا‌كه له‌سەر ئوتومبێله‌كه N به‌رهو سەر. به‌رئەنجامى ئەم دوو هێزه ده‌بێته چه‌قه هێزى پێویست بۆ ئوتومبێله‌كه تا له رێره‌وه بازنه‌یه‌كه‌دا بمینێته‌وه.

$$a) \quad mg - N = \frac{mv^2}{r}$$

$$1000 \times 9.8 - N = \frac{1000 \times (20)^2}{100}$$

$$N = 50800 \text{ N}$$

b) هه‌مان هاوکێشه‌کەى سه‌ره‌وه بۆ شوڤیره‌كه به‌کارده‌هێنین

$$70 \times 9.8 - N = \frac{70 \times (20)^2}{100}$$

$$N = 410 \text{ N}$$

$$c) \quad mg = \frac{mv^2}{r} \quad \text{كاتێك } N = 0 \quad \text{ئه‌وا}$$

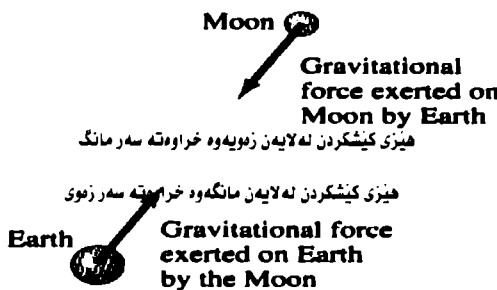
$$v = \sqrt{rg} = \sqrt{100 \times 9.8} = 31.3 \text{ m/s}$$

(7-4) یاسای کیشکردنی گشتی نیوتن The Universal law of Gravity

کیشی تهن، هیژیکه، تهنه که بهر و زهوی کیش دهکات، کاتیک بهر لالا دهکریت بهر ده بیتنه وه نه مه نمونه یه که له سهر کیشکردن (*gravity*) له نیوان زهوی و تهنی تر. نیوتن له لیکۆلینه وه که یدا دربارهی هه سارهکانی به دهوری خۆر ده سوپینه وه یاسایه کی داهینا پیی ده گوتری یاسای کیشکردن (*law of gravitation*)، له سالی 1686 بلای کرده وه. دهقه که ی نه مه یه.

((هر ته نیکی مادی له گهردووندا، هر ته نیکی دی کیش دهکات، به هیژیک راسته وانه له گه ل نه نجامی لیکدانی بارسته کانیا و به پیچه وانه له گه ل دوو جای دوری نیوان چهقی بارسته کانیا و ده گوتری)) وینه (7-20) نه م هاوکیشه یه ش ده پیرینی بیرکاریانه ی نه م یاسایه یه.

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots\dots\dots (7-20)$$



F_g هیژی کیشکردنه له سهر هر ته نیکیان، m_1 ، m_2 ، بارسته کانیا نه، r دوری نیوانیا نه، G بریکی نه گۆره پیی ده گوتری نه گۆری کیشکردن. (*gravitational constant*).

وینه (7-20) هیژی کیشکردن که ته نیک ده یخاته سهر ته نی دووم بهر مو ته نی یه که م دبیت، یه کسان و پیچه وانه ی نه و هیژه دبیت که ته نی دووم ده یخاته سهر یه که م

دو هیژه که ی کیشکردن، که هر به کیان له ته نیک کار دهکات، به دریژایی نه و هیله ی چهقی قورسایی دوو ته نه که به یه که وه ده گه ینیت کار دهکهن، دوو هیژی کارو کاردانه وهن بری نه م دوو هیژه ش یه کسان هه رچه نده بارسته ی دوو ته نه که جیاواز بن.

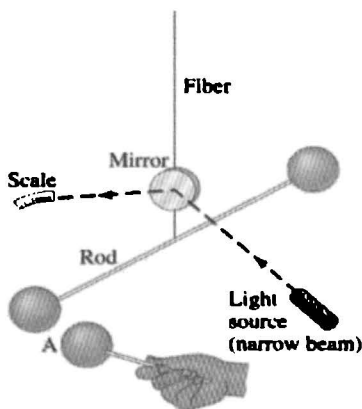
ئەگەر زەوی ۋەك گۆيەكى رېك دابنریت، بارستەكەى m_E بیئت، ئەوا ئەو هیژەى كارى پیدەكاته سەر تەنیکى بچووكى بارستە m ، لە دورى r لە چەقى بارستەى زەویەو، دەكاته.



$$F_g = G \frac{m m_E}{r^2} \dots\dots\dots (7-21)$$

ئەم ھاوکیشە، بۆ ئەو تەنەیه كە دەكەوێتە دەرەوێ رووی زەوی، واتە بۆ ئەو بارەیه كە r لە نیووتیرەى زەوی گەرەترە یان یەكسانە. دەبینین كیشكردن كەم دەكات چەند لەرووی زەوی دور بکەوینەو.

بۆ خالیک لە ناوہوێ گۆی زەوی حالەتەكە جودایە، ئەگەر بتوانین كونیک بەرەو چەقى زەوی دروست بكەین. وە هیژى كیشكردن لەسەر تەنیک لە قولایی جیا جیا ھەژمار بكەین، دەبینین كیشكردن كەم دەكات چەند لە چەقى زەوی نزیك بیتەو تال لە چەقى زەویدا دەبیئتە سفر. لە ئەوانەو بۆمان دیاردەكەوێت كە تەن لەسەر رووی زەوی و لەنزمترین شوینیدا گەرەترین كیشى ھەیه، چەند لە رووی زەویەو دوربکەوێتەو، بەرەو دەرەو كیشى تەنەكە بەپێی $\frac{1}{r^2}$ كەم دەكات، بەلام چەند لەرووی زەویەو دوربکەوێتەو بەرەو ناوہو ديسان كیشى تەنەكە كەم دەكات. بەلام بەپێی $\frac{1}{r}$. (r دورى تەنەكە لە چەقى زەوی).



ھینرى كافندیش لە سالى 1798، توانى بە تاقیکردنەوہیەكى کردارى بپى G ھەژمار بکات. بڕەكەى دەكـاتە $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ بەمەرجیک m_1, m_2 بە کیلوگرام، r بە مەتر، F بە نیوتن بپیورین.

وینە (7-22) تاقیکردنەوێ كافندیش

كاتیک گۆی A لە یەكێك لە دوو تۆپە ھەئاسراوہكە نزیك دەكریتەو، هیژى كیشكردن وادەكات گۆیەكەى دی بچوولیت. دەزۆو لەكە بابدریت.

نمونه :

كەسىك 50 kg لەگەل يەكى تر 75 kg لەسەر لاتەختىك دانىشتون. بەجۆرىك چەقەكانيان 0.5 m لە يەكترى دورە. ئەو ھىزە كىشكردنەى كە ھەر يەكيان دەىخاتە سەر ئەوئىريان ھەژمار بكە.

شىكار:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

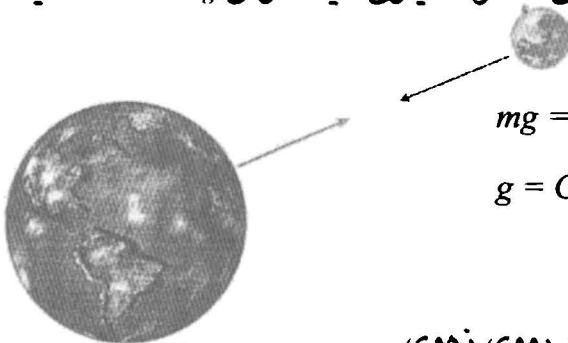
$$F = 6.67 \times 10^{-11} \frac{50 \times 75}{(0.5)^2} = 1 \times 10^{-6} N$$

ئەم ھىزە ھىندە كەمە ھەستى پى ناكىت.

(7-5) پەيوەندى تاودانى زەوى بە دورى لە رووى زەوىو

كاتىك ھاوكىشە (7-21) بۆ تەنىك بەكاردەھىتريت لەسەر رووى زەوى دانرايىت. ئەو m دەبىتە بارستەى ئەو تەنەو دورىكەشى لە چەقى زەوى (r) دەكاتە نىو تىرەى زەوى r_E . وە ھىزى كىشكردن F_g دەكاتە كىشى

تەنەكە mg ؟



وتە (7-23)

$$mg = G \frac{m m_E}{r_E^2}$$

$$g = G \frac{m_E}{r_E^2} \dots \dots \dots (7-22)$$

بۆيە، تاودانى كىشكردن لەسەر رووى زەوى

بە r_E, m_E دياردەكرىت. بۆ ھەژمار كردنى تاودانى كىشكردن لە خالىك دور بىت لە رووى زەوىو. ئەوا لە جياتى r_E لە ھاوكىشەى (7-22) (r) دادەنىين

كە (r) دورى تەنەكەيە لە چەقى زەوىو. $r > r_E$.

$$'g = G \frac{m_E}{r^2} \dots \dots \dots (7-23)$$

له هاوکیښه ی 7-23 دیار ده که ویت که تاودانی زهوی g له خالیکدا له
 دهره وهی رووی زهوی به پیچه وانه ده وه سیتته سر دوو جای دووری خاله که
 له چه قی زهویه وه. واته چند له رووی زهوی دووریکه ویتته وه تاودانی زهوی
 که م ده بیت.

تا G نه پیورا بو، نه ده زاندر بارستی زهوی m_E چنده. به لام که G پیورا،
 هاوکیښه ی (7-22) به کسر بۆ هه ژمارکردنی بارستی زهوی به کار هیترا، وه
 کافیندش به که م که س بو نه م کاره ی کرد. له نـزیک رووی زهوی $g = 9.8$
 m/ms^2 وه نیوه تیره ی زهوی ده کاته $r = 6.38 \times 10^6 m$. به له جیاتیدانان له
 هاوکیښه (7-22).

$$m_E = \frac{g r_E^2}{G} = \frac{9.8 \times (6.3 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}}$$

$$m_E = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad (\text{بارستی زهوی})$$

نه گه ر بمانه ویت هیزی کیښکردن (*force of gravity*) له سر ته نیک دوور بیت
 له زهوی. بدو زینه وه، یان نه و هیزه ی له لایه ن ته نه ئاسمانیه کانه وه وه ک
 ه یف و هه ساره کان که ده یخه نه سر ته نیک بدو زینه وه، نه و
 هاوکیښه (7-21) به کار ده هینین دوا ی گزینی m_E , r_E به دووری و باره سته ی
 سر به هه ساره که.

نموونه:

مانگیکی ده سترکد له خولگه به کدا ده سوو پیته وه، به ک نیوه تیره ی زهوی له
 رووی زهویه وه دووره. ئایا تاودانی زهوی له ویدا چنده؟ نه گه ر بارستی
 مانگه ده سترکده که 2000 kg بیت ئایا کیښه که ی له ویدا چنده؟

$$M_E = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}, \quad r_E = 6830 \text{ km}$$

شیکار:

دووری مانگه دهسټکرده که له چهقی زهویهوه دهکاته دووهندی نیوهتیره ی زهوی.

$$g' = G \frac{m_E}{r^2}$$

$$g' = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5.98 \times 10^{24}}{(2 \times 6.38 \times 10^6)^2}$$

$$g' = 2.44 \text{ m/s}^2$$

$$w = mg'$$

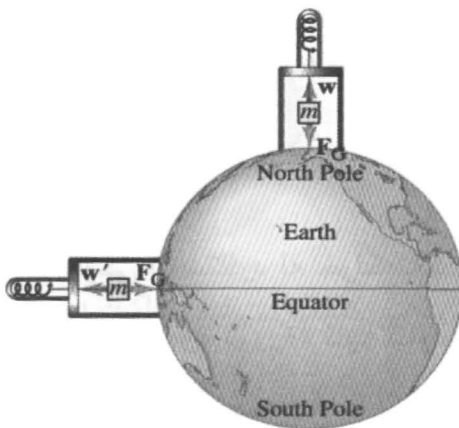
$$w = 2000 \times 2.44$$

$$w = 4880 \text{ N}$$

(7-6) کاریگه‌ری خولانه‌وهی زهوی له سه‌ر کیشی تهن

Effect of Earth's rotation on the weight

له وینه (7-24) دا. زهوی به گویهکی ته‌واو دانراوه. ده‌بنین تهنی بارسته‌ی m به قه‌پانیکی سپرینگدار هه‌لواسراوه، له دوو شوینی روی زهوی دانراوه. له جه‌مه‌ری باکوور و هیلای یه‌کسانی.



وینه (7-24)

له جه‌مه‌ری باکووردا، دوو هیلای کار له تهنه‌که ده‌کن یه‌که‌میان هیلای کیشکردنی زهوی mg به‌ره‌و خوار دووه‌میان ئه‌و هیلایه سپرینگه‌که ده‌یخاته سه‌ر تهنه‌که به‌ره‌و سه‌ر w . ئه‌مه‌ش کیشی تهنه‌که‌یه، قه‌پانه‌که تۆماری ده‌کات. له‌به‌ر ئه‌وه‌ی تهن له جه‌مه‌ری باکووردا جووله‌ی بازنه‌یی نیه. بۆیه ئه‌م تهنه هاوسه‌نگه.

$$mg - w = 0$$

$$w = mg$$

که واته w کیشی (*weight*) تهنه که که قه پانه سپرینگداره که تو ماری کردووه دهکاته mg . نه مهش کیشی راسته قینه ی تهنه که یه .

له هیللی یه کسانی دا، له بهر خولانه وه ی زهوی به دهوری خویدا، تهنه که له هیللی یه کسانیدا جووله ی بازنه یی ده بیت، له رییره ویگدا نیوه تیره که ی هه مان نیوه تیره ی زهویه . هه مان هیللی کیشکردن mg به رهو خوار کار له تهنه که دهکات، وه سپرینگه که ش به هیللی w' به رهو سهر کاری تیدهکات. نه مهش (w') کیشی تهنه که یه که قه پانه سپرینگداره که دهیوینیتته وه بهرئه نجامی نه م دوو هیلزه ده بیتته چه قه هیللی پتویست بو تهنه که تا له رییره وه بازنه ییه که یدا بمینیه وه .

$$mg - w' = \frac{m v^2}{r_E}$$

$$w' = mg - \frac{m v^2}{r_E} \dots \dots \dots (7-23)$$

له مه وه دیار ده که ویت که کیشی کاریگه ری (رووکه شی) تهن w' له هیللی یه کسانی به بری $\frac{m v^2}{r_E}$ که متره له کیشی راسته قینه که ی w . وه لیکه وته خیرایی تهنه که یه له هیللی یه کسانی دا. وه r_E نیوه تیره ی زهویه .

$$R_E = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$$

$$l_{\text{روز}} = 8.64 \times 10^4 \text{ s}$$

$$V = \frac{2\pi r_E}{1 \text{ day}} = 464 \text{ m/s}$$

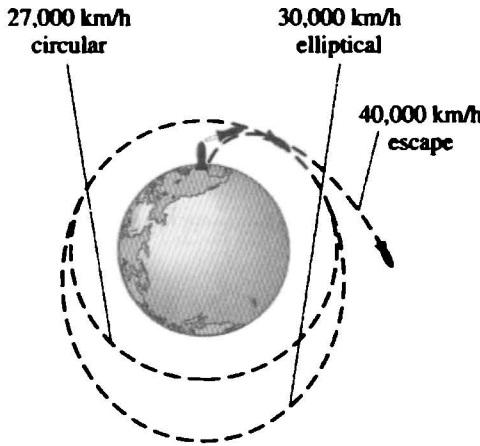
نه گه ر تهنه که بارسته که ی 1 kg بیت نه وا :

$$\Delta w = w - w' = \frac{m v^2}{r_E}$$

$$= \frac{1 \times (464)^2}{6.38 \times 10^6} = 0.0337 \text{ N}$$

كهواته كىشى تەنىك بارستەكەى 1 kg بىت لە ھىلى يەكسانى، بەھوى خولانەھوى زەھوى بەدەھورى تەھەرەكەى بە برى 0.0337 N كەمترە لە كىشەكەى لە جەمسەرەكانى زەھوىدا.

(7-7) جوولەى مانگى دەستگرد Satellite Motion



وئە (7-25)

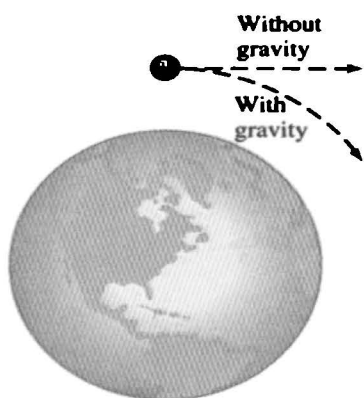
مانگىكى دەستگرد بە خىرايى جيا جيا دەھاونىزىت

لە زىانى ئىستاماندا، سوورپانەھوى مانگە دەستگردەكان بە دەھورى زەھوىدا بوو تە شتىكى ئاسايى. جوولەى ئەم مانگە دەستگردانە، تەنھا لەرووى قەبارەھە نەك لە بىرۆكە و بىنەماكان، لەگەل جوولەى مانگى خۆمان بەدەھورى زەھوى و جوولە مانگەكانى موشترى بە دەھورى موشترىدا جياوازن، واتە مانگە دەستگردەكان و مانگە سروسىتەكان ھەمان ياسا سروسىتەكان، دەيانگىتەھە.

كاتىك دەمانەوئىت مانگىكى دەستگرد لە بەرزايىەكى ديارىكراو لە خولگەيەكدا دابىيىن. ئەوا دەبى رۆكىتىك مانگە دەستگردەكە بۆ ئەو بەرزايىە ببات، ھە لەوئىدا بەخىرايىەكى ئاسويى تايبەت بە ئەم خولگەيە بىھاوئىزىت. تەنھا بەو خىرايىە تايبەتە مانگە دەستگردەكە دەتوانىت لە خولگە نزيكە بازنەيىيەكەدا بە دەھورى زەھوى بسوورپتەھە، وئە (7-25)، بەلام ئەگەر خىرايى ھاويشتنەكە زۆر لەم خىرايىە تايبەتە زۆرتر بىت ئەوا كىشگردنى زەھوى ناتوانى چەلەوى مانگەكە بگريت و لە خولگەكەيدا بىھلپتەھە بۆيە ھەلدىت

(*escape*) و بۆ زهوى ناگهريتهوه، وه نهگه به خيرايبهكى ئاسوى كه متر له خيرايبه تايبه ته كه بهاويژيژيٲٲ ئهوا دهكه ويته خواره وه بۆ زهوى دهگهريتهوه. ويته (7-25).

ئايا چى وا دهكات مانگه دهستكرده كان لهو بهرزايبانه دا بمينيتهوه؟ بۆ وه لامدانهوه، ئه م نمونه ژماره ييه دهخهينه بهرچاو. دابنى ده مانه ويٲ مانگيكي دهستكرده له خولگه يه كى 300 km بهرز دابنيٲن. ئهوا ده بيٲٲ روكيٲٲك بۆ ئه م بهرزايبه بيگوازيتهوه، له ويٲا به خيرايبه كى ئاسوي 8 km/s كه بۆ ئه م خولگه يه گونجاوه بيه اويژيٲٲ. لهو ساته ي مانگه دهستكرده كه له روكيٲته كه جيا ده بيٲتهوه، زهوى بۆ خوى رايده كيٲشيٲٲ، وهك موشه كيٲك رهفتار دهكات له ريژه وه كهيدا به رهو زهوى. له هر چركه يه كدا 8 km ئاسوييانه ده پوات و 5 m شاوليانه دهكه ويته خواره وه، له بهرامبهردا له سه ر رووى زهوى كاتيٲك 8 km ده پويٲٲ، 5 m رووى زهوى كووپ ده بيٲتهوه، واته خالى كوٲايى 5 m . له خالى دهستيٲكردن نزمتر ده بيٲٲ ئه م هه مان دوورى شاوليه كه مانگه دهستكرده كهو به رهو خوار ده يپرٲٲٲ، له مه وه ديارده كه ويٲٲ، له بهر كووپى زهوى ماوه ي نيوان مانگه دهستكرده كهو رووى زهوى هه ر وهك خوى ده مينيتهوه، بۆيه هه رگيز مانگه دهستكرده كه به زهوى ناگه سات له ك ساتى به ربوونه وه يدا.

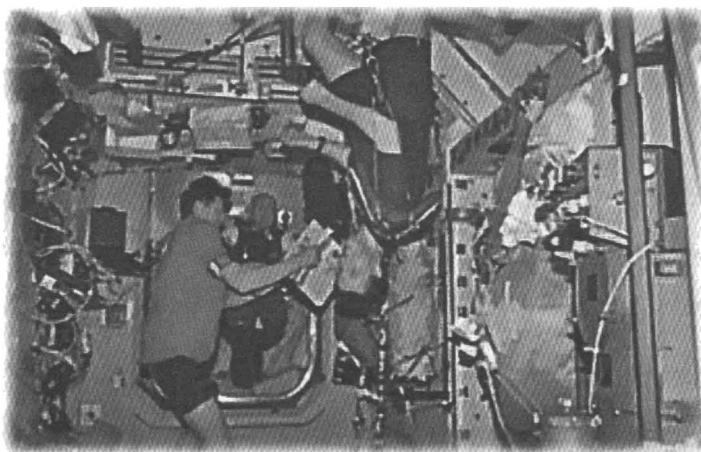


وينه (7-26)

مانگى دهستكرده له ريژمونيكي بازنه يي به رهو زهوى دهكه ون

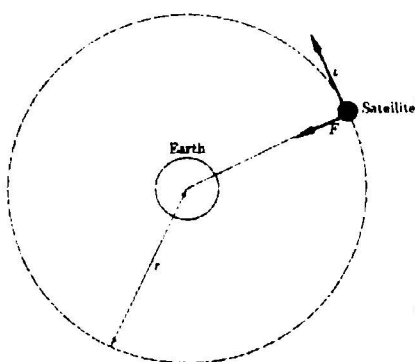
له نه جامدا هه تا هه تايى به دوورى زهويدا ده سووپٲتهوه وه ويٲنه 7-26، له راستيدا مانگه دهستكرده كان له بارى به ربوونه وه ي سه ره سندان بۆيه كه سه كانى ناو ئيٲستگه فه زايبه كان بارى نه مانى كيٲش ده چيژن. ويٲنه

(7-27)



وینہ (7-27)

نەمانى كىش لە وىستگەيەكى فەزايى



وینە (7-28)

چەقە ھىز بۆ مانگە دەستکردەكە، كىشکردنى

زەوى داڤىنى دەگات

لە وینە (7-28)دا، مانگیكى دەستکرد

دەبینن لە رێپەویكى بازەبیدا بە دەورى

زەوى دەسووپیتەو. بارستەى مانگە

دەستکردەكە m_s و گۆرەكەى V یە.

نیوەتیرەى خولگەكە r و بارستەى زەوى

m_E . ھىزی كىشکردنى زەوى لەسەر مانگە

دەستکردەكە دەبیتە چەقە ھىزی پتۆیست

بۆ مانەوەى لە خولگە بازەبیبەكەیدا.

كەواتە

چەقە ھىز = ھىزی كىشکردنى زەوى

$$G \frac{m_E \times m_s}{r^2} = \frac{m_s v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{G m_e}{r}} \dots\dots\dots (7-24)$$

که واته نه گهر بمانه ویت مانگیکی ده ستکرد له خولگه یه کدا نیوه تیره که ی r بیت دابنن، نه واپیوسته به نه و خیراییه ی هاوکیشه (7-24) دیاریده کات ناسویانه بهاویژریت. له هاوکیشه ی (7-24) تیبینی ده کریت که (v) به بارسته ی مانگه ده ستکرده که وه به ند نیه.

کاته له ره له ری مانگی ده ستکرد نه و کاته یه مانگه ده ستکرده که ده یخاښیت تاکو به ک سوور ته واپ ده کات. نمونه:

ده مانه ویت مانگیکی ده ستکرد بو په یوه ندیکردن، له خولگه یه کی بازنه یی 300 km به رز له روی زهویه وه دابنن. نایا ده بی به چ خیراییه کی ناسوی بهاویژریت، کاته له ره وچه قه تاودانی چندن. ((دابنن نیوه تیره ی زهوی $6.38 \times 10^6 \text{ km}$ و بارسته ی زهوی $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ بیت)) شیکار:

$$r = 6380 + 300 = 6680 \text{ km} = 6.68 \times 10^6 \text{ m}$$

$$V = \sqrt{\frac{G m_e}{r}}$$

$$V = \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (5.98 \times 10^{24})}{6.68 \times 10^6}} = 7730 \text{ m/s}$$

تاکو مانگه ده ستکرده که له به رزایی 300 km به ده روی زهوی بسوورپته وه، نه واپیوسته به خیرایی ناسوی 7.73 km/s بهاویژریت.

$$T = \frac{2\pi r}{V}$$

$$T = \frac{(2)(3.14)(6680000)}{7730} = 5430 \text{ s} = 90.5 \text{ min (دقیقه)}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$a_c = \frac{(7730)^2}{6680000} = 8.94 \text{ m/s}^2$$

ئەم ئەنجامەش كە مترە لە تاودانى زەوى لە نزىك رووى زەوى. دەتوانىن تاودانى زەوى لە بەرزاي $k = 300$ لە رووى زەوى بە ھاو كېشەى (7-22) دەربەھىن.

$$g = G \frac{m_E}{r^2}$$

$$g = 6.6 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^{24}}{(6.68 \times 10^6)^2} = 8.94 \text{ m/s}^2$$

نمونه :

مانگى دەستكردى ھاودەم (*Synchroneos satellite*) ئەم جۆرە مانگە دەستكردە، لە سەروى ھەمان شوئىنىكى ديارىكراوى رووى زەوى دەوەستىت، بە گوێرەى ئەم شوئىنە جوولە ناكات. ئەمەش لە ئەو حالەتە روودەدات، كە مانگە دەستكردەكە لە سەرووى خالىكى ھيلى يەكسانى بىت، بەرەو رۆژھەلات، يەك سوور بە دەورى زەوى بە ماوہى 24 سعات تەواو بكات ئەم مانگە دەستكردانە بۆ مەبەستى بە يەكگە ياندن و (*communication*) گواستنەوہى نيشانە رادىوييەكان و تەلفىزىونىەكان لە نىوان كىشورەكان و بۆ زانىارىيەكانى كە شو ھەوا بە كاردىن. a ئايا نىوہ تىرەى خولگەى مانگىكى دەستكردى ھاودەم چەندە ؟ b گوپەكەى چەندە.

شيكار:

دابىنى نىوہ تىرەى خولگەى مانگىكى دەستكردى ھاودەم r بىت. ئەم مانگە بە 24 hr بە دەورى زەوى سووړىك تەواو دەكات. گوپەكەى دەكاتە.

$$V = \frac{2\pi r}{t}$$

بە لە جىياتى دانان لە ھاو كېشەى 7-24

$$\frac{2\pi r}{t} = \sqrt{\frac{G m_e}{r}}$$

$$r^3 = \frac{G m_e t^2}{4\pi^2} \dots\dots\dots(7-25)$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N. m}^2 / \text{kg}^2 \quad , \quad m_e = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$t = 24 \text{ hr} = 86400 \text{ s}$$

به له جياتى دانانى ئه م نرخانه له هاوكيشه ى (7-25)

$$r = 4.2 \times 10^7 \text{ m} = 42000 \text{ km}$$

(r) له چه قى زهويه وه. نيوه تيره ى زهوى لى دهركه ده بېته دوريه كه ى له روى زهوى وه ده كاته نزىكى 36000 km ئه م نرخه ى r، به كارد هينين بۆ حسېبكردى گوره كه ى:

$$v = \frac{2\pi r}{t}$$

$$v = \frac{2\pi (4.2 \times 10^7)}{86400} = 3100 \text{ m/s}$$

به ئه و خولكه ى مانكى هاوده م ده گوترى خولكه ى كلارك (clark orbit).

(7-8) ياساكانى كيپلر Kepler's Laws

زياتر به نيو سه ده پيش ئه وه ى نيوتن سى ياساكه ى له جووله داو ياساى كيشكردى بخاته روو، گه ردوونناسىكى ئه لمانى جوهانس كيپلر (1571-1650)، ژماره يه ك له ليكۆلینه وه كانى ده رباره ى گه ردوون نوسىبۆوه. له نيوانياندا وه سفىكى تيروته سەلى جووله ى هه ساره كان به ده ورى خۆردا، نووسينه كانى كيپلر ريش له ئه نجامى ئه وه بووه كه كيپلر خۆى چه نده ها سال خه رىكى دراسته و ليكۆلینه وه ى ئه و زانيارiane بووه كه تيكۆبراهى (1546-1601). ده رباره ى شويى هه ساره كان و جووله يان له ئاسماندا، كۆى كرده بۆوه. له نيوان نووسينه كانى كيپلر سى ياساى تېدايه كه ئىستا به ياساكانى كيپلر بۆ وه سفى جووله ى هه ساره كان ناسراون. ئه م ياساiane به به م شيوه ى خواره وه نمايش ده كەين.

ياساى يەكەمى كىپلەر:

خولگەى ھەر ھەسارەيەك بەدەورى خۆردا بە شىۋەى بېگەى ناتەواۋە،
(*ellipse*) خۆرىش دەكەۋىتە يەكەك لە دوو تىشكۆكەى خولگەى ھەسارەكە.
ۋىتە (7-29)

ياساى دوۋەمى كىپلەر:

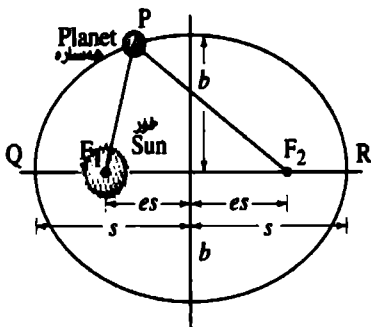
ھەر ھەسارەيەك لە خولگەكەيدا، بەجۆرىك دەجۈۋلېت كە ئۇ ھىلە خەيالىيەى
لە خۆرەۋە بۇ ھەسارەكە رادەكىشرىت، لەماۋەى كاتى يەكساندا روۋبەرى
يەكسان رامالېت. ۋىتە (7-30)

ياساى سىيەمى كىپلەر:

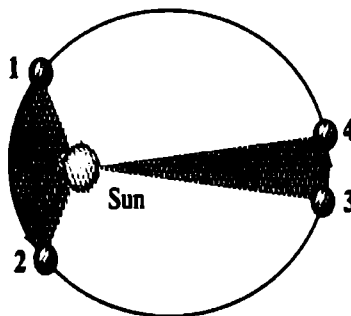
رېژەى نىۋان دوو جاي كاتە لەرەى ھەر دوۋىك لە ھەسارەى سوۋپاۋە
بەدەورى خۆردا، يەكسانە بە رېژەى نىۋان سىجاي نىۋەى تەۋەرە
گەرەكەى دوو خولگەكانيان (7-29). ((كاتە لەرەى ھەسارە ئۇ كاتەيە
ھەسارەكە دەيخاينېت بۇ تەۋاۋكردنى يەك سوۋپ بەدەورى خۆردا)).
بۇ ھەر كام لەم دوو ھەسارە، دابنى S_1 , S_2 ، نىۋەى تەۋەرە گەرەكەى
خولگەكانيان دەنۋىن، كەۋاتە شىۋەى بېركارىانەى ياساى سىيەم بە ئۇ
جۆرە دەبېت:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{S_1^3}{S_2^3}$$
$$\therefore \frac{S_1^3}{T_1^2} = \frac{S_2^3}{T_2^2} \dots \dots \dots (7-26)$$

ئەمەش ماناى ئەۋەيە كە $\frac{S^3}{T^2}$ بېرىكى نەگۈرە بۇ ھەموو ھەسارەكان يەكسانە.



ویننه (7-29)



ویننه (7-30)

یاسای دووومی کیپلەر، دوو ناوچه به سیبهرکراوهکان، رووبهرهکانیان یه کسانه، نهو کاتهی هه ساره که دهیه ویت له خانی 1 بگات به خانی 2 یه کسانه به و کاتهی دهیه ویت له خانی 3 بگات به خانی 4. هه ساره کان خیراترین ده جووینن لهو به شه خولگهی نزیکترین له خور.

یاسای یه که می کیپلەر ویننه ی برگه ناتنه واره یاسای $S(ellipse)$ دهکاته نیوه تهومره گه وره، که واته تهومره گه وره $QR = 2s$ ، دهکاته نیوهی تهومره گچکه، که واته تهومره گچکه که دهکاته $2b$ زهوی و زورتترین هه ساره کان خولگه کانیان نزیکه بازنه یین.

ئێستاکه یاسای کیپلهری سییه م بیرکاریانه درده یینن. بۆ حاله تیکی تایبتهی که خولگه که بازنه یی بیت، له م حاله ته دا نیوهی تهومره گه وره، ده بیته نیوه تیره ی بازنه که r . ((زورتترین خولگه کانی هه ساره کان به دهوری خوردا نزیکی بازنه یین)).

نهو هیزه ی کار له هه ساره که دهکات و له خولگه بازنه ییه که ی ده یه لیلتنه وه، ته نها هیزی کیشکردنی خوره له سهر هه ساره که، نه م هیزه ش ده بیته چه قه هیزی پیویست بۆ هه ساره که تا له خولگه که یدا به دهوری خور به مینینه وه.

$$G \frac{m_1 M_s}{r_1^2} = \frac{m_1 V_1^2}{r_1} \dots \dots \dots (7-27)$$

لیره دا، m_1 بارسته ی هه ساره که یه، r_1 دوریه که یه تی له خور، V_1 گوپره که یه تی له خولگه که یدا، M_s بارسته ی خوره، نه گهر نه و کاته ی هه ساره که ده یخا ئینیت بۆ ته واکردنی یه ک سوور به دهوری خوردا T_1 بیت، نه و هه ساره که له م ماوه یه دا دوریه ک ده بریت دهکاته جیوه ی خولگه بازنه ییه که $2\pi r_1$. که واته:

$$V_I = \frac{2\pi r_1}{T_1}$$

به له جیاتی دانان له هاوکیشه ی 7-27:

$$G \frac{m_1 M_s}{r_1^2} = \frac{m_1 (4\pi^2 r_1)}{T_1^2}$$

$$\therefore \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s} \dots\dots\dots (7-28)$$

با بلیین ئەم دەرھێنانە بۆ مەریخ بێت، هەمان دەرھێنان بۆ هەسارە یەکی تر بەکار دەھێنین (بۆ موشترەری بێت).

$$\frac{T_2^2}{r_2^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s}$$

له ئەو دا، T_2 ، r_2 ، کاتە لەرەو نیووە تیرە ی خولگە ی هەسارە ی دوو هەمن. له بەر ئەو ی لای راستە ی ئەم دوو هاوکیشه ی پیشوو یە کسانن کە واتە:

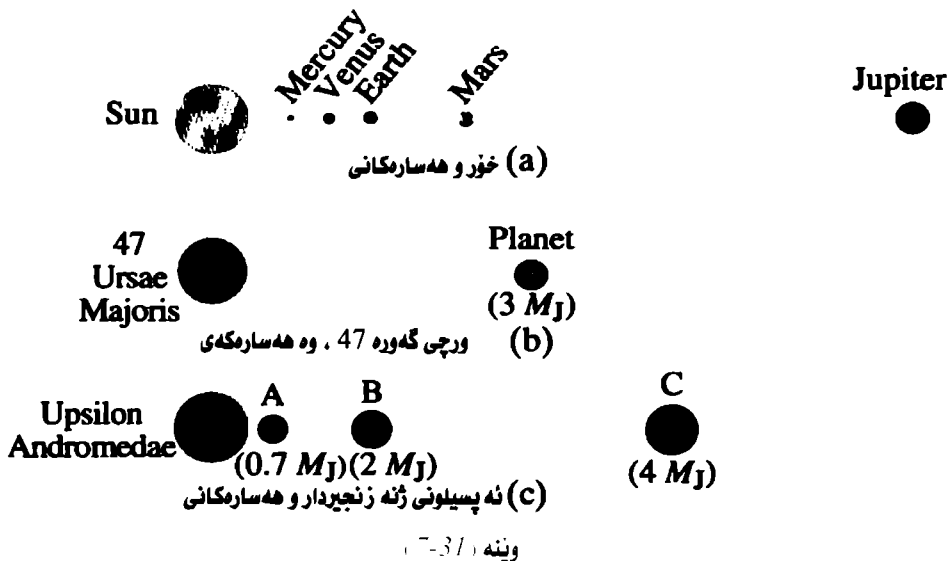
$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$$

به ریکخستن:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \dots\dots\dots (7-29)$$

ئەمەش هاوکیشه ی یاسای سیپه می کیپلەرە. ئەگەر خولگە کە بڕگە ناتەواو بێت (ellipse). ئەوا له جیاتی r ، نیووە ی تەوەرە گەرە S داده نین.

-هاوکیشه ی (7-29) به گشتی بۆ هەموو هەسارە یە ک بەکار دێت تا بۆ هەیفه کە ی زەوی و هەیفه کانی موشترەری و هەیفه کانی هەسارە کانی تر و بۆ مانگە دەستکرده کان به کار دێت، بۆ ئەو هەسارانه ش به کار دێت که به دەوری خۆریکی تر دەسووریتەوه له دەرەو ی کۆمه له ی خۆری ئیمه وینه (7-31).



نموونه :

کاته له ره ی مه ریخ (سالی مه ریخ) به که م جار له لایه ن کیپله ره وه دیاریکرا،
 نزیک ی (687) بۆژه . (بۆژی زهوی). نه مه ش ده کاته 1.88 سالی
 ئیمیه . دور ی مه ریخ له خۆر بـ دۆزه وه .
 (دور ی زهوی له خۆر $r_{ES} = 1.5 \times 10^{11} m$)

شیکار :

کاته له ره ی زهوی ده کاته به ک سال $(T_E = 1 yr)$ وه دور ی زهوی له خۆر
 ده کاته $r_{ES} = 1.5 \times 10^{11} m$ له یاسای سییه می کیپله ره وه . هاوکیشه ی (-7)
 (29).

$$\frac{T_E^2}{r_m^2} = \frac{r_{ES}^3}{r_{mS}^3}$$

$$\frac{1^2}{(1.88)^2} = \frac{(1.5 \times 10^{11})^3}{r_{mS}^3}$$

$$r_{mS} = 2.28 \times 10^{11} m$$

که واته دور ی مه ریخ له خۆر ده کاته 1.52 هندی دور ی زهوی له خۆر.

پرسیارو راھینان

پ۱: تەنیک لە رێڕەویکی بازنەیی ئاست ئاسۆییدا بە گورپیکی نەگور دەجولیت. ئایا هیچ ھیزیکی دەرەکی کاری تێدەکات؟ ئەگەر ئا، ئاراستەکە ی چۆنە؟

پ۲: ئایا ئەو تەنە ی جوولە ی بازنەیی دەکات. ھاوسەنگە؟ بۆچی؟

پ۳: ھەریەک لە کاتە لەرە (T) و لەرەلەری (f) تەنیک، جوولە ی بازنەیی ریک ئەنجام دەدات پێناسە بکە. پەیوەندی نێوانیان دەرپرە.

پ۴: کیشی پیاویک لە خالی جەمسەری باکوردا بە گۆرە ی کیشەکە ی لە ھیلی یەکسانیدا، بەراورد بکە.

پ۵: لە دەزگای رۆتۆردا لە شار ی یاریەکاندا، ئەو ھیزە کامە یە کە وەک چەقە ھیز کار دەکاتە سەر ئەو کەسە ی لە ناو لولە ی رۆتۆرە کە دایە؟ کام ھیز دەبێتە پارسەنگی کیشی کەسە کە. ناھیلێت بەرەو خوار بکەوێت؟

پ۶: ئەو چەقە تاودانە ی تەنیک ھە یەتی کاتیک لە سەر رێڕەویکی بازنەیی بە گورپیکی نەگور دەجولیت، لە چێو و پەیدا دەبێت؟

پ۷: بۆچی ئەو تەنە ی بە دەوری زەوی دەسووپیتەو، دەلێن بە سەر بەستی دەکەوێتە خوارەو.

پ۸: روونی بکەو، بۆچی جل و بەرگ لە ناو لولە خولاوەکە ی ئامیری جل شۆشتن و شک دەبێتەو.

پ۹: پیاویک رۆژانە خۆی دەکیشیت بە وەستانی لە سەر تەرازویکی سپرینگداری پلەکراو. دابنی زەوی لە خولانەو بە دەوری خۆیدا وەستا، ئایا ئەم پیاوہ زۆتر، کە متر یان وەک خۆی دەکیشیت؟

پ۱۰: بۆچى بايسكل سوار، به ره و چه قى پېچدانه وه خۆى له شاول لار ده كاته وه كاتيک له ريگايه كى ناسۆي پېچ ده كاته وه؟

پ۱۱: بۆچى شوفيرى شاره زان. له پېچه كاندا گوپى ئوتومبيله كهى كه م ده كاته وه؟

پ۱۲: بۆ ريگاكان له پېچه كاندا ليژ دروست ده كرين، به جورىك ليتوارى ده ره وه يان له ليتوارى ناوه وه يان به رزتر بيت؟

پ۱۳: بارستهى زهوى 8l هه ندى بارستهى هه يفه. ئايا ئه وه ماناي ئه وه يه كه ئه وه هيزه كيشكردهى زهوى ده يخاته سه ره هه يف 8l هه ندى ئه وه هيزه كيشكردهى هه يف ده يخاته سه ره زهوى؟

پ۱۴: ئايا كيشى (weight) ته نيك له كاتى گواستنه وهى له زهويه وه بۆ هه يف چۆن ده گوريت؟ ئايا بارسته كهى ده گوريت؟

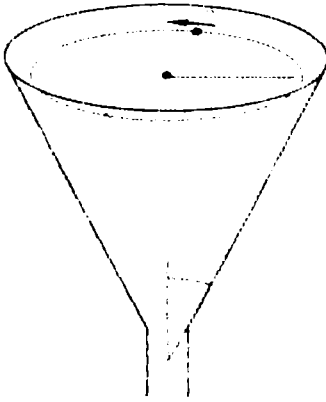
پ۱۵: چۆن به كيك ده توانيت بارستهى هه يف ديارى بكات؟

پ۱۶: بارستهى 500 g به سه ريكى په تيكه وه به ستر، ئينجا له بازنه يه كى ناسۆي نيوه تيرهى 75 cm سوپيندرا. ئه گه ر گوپه كهى 7 m/s بيت، ئايا ده بيت گرژى په ته كه چه ند بيت بۆ ئه وهى ئه م بارسته يه له بازنه كه دا به يليتته وه؟ وه لام: 32.3 N

پ۱۷: له ئه توميكى هايدروجين دا. ئه ليكترونيك له خولگه يه كى بازنه يى نيوه تيره $0.5 \times 10^{-10} m$ به ده ورى ناوكى ئه تومه كه ده سوپيته وه. چه قه هيز برىته له هيزى كيشكردى كاره بايى نيوان ئه ليكترونه ساليبه كه و ناوكه موجه به كه (پروتون) ئايا بپى ئه م چه قه هيزه چه نده ئه گه ر گوپى ئه ليكترونه كه $2.3 \times 10^6 m/s$ بيت و بارستهى ئه ليكترون $9 \times 10^{-31} kg$ بيت؟ وه لام: $9.5 \times 10^{-8} N$

پ۱۸: مہیڦ لہ خولگہ یہ کی نزدیکی باز نہی نیوہ تیرہ $3.8 \times 10^8 m$ بہ
 دہوری زہوی دہ سوو پتہ وہ۔ نزدیکی $27 dy$ روژی دہ ویت تا کو یہ ک سوو
 تہ واو دہ کات۔ بہ پیئی تہ م زانیاریانہ بارستہ ی زہوی چہ ندہ؟
 وہ لام: $5.6 \times 10^{24} kg$

پ۱۹: ٹوٹومبیلک بارستہ کی m ، بہ چ گہ ورتہ ترین خیرایی لہ پیچیکدا
 نیوہ تیرہ کی $15 m$ بیت دہ توانیت بہ سہ لامہ تی پیچبداتہ وہ تہ گہر
 هاو کولکی لیکخشاندن لہ نیوان تاییہ کانی و ریگا کہ 0.7 بیت۔
 وہ لام: $10.1 m/s$



وینہ (7-31)

پ۲۰: تہ تۆلکہ یہ ک لہ ریڑہ ویکی
 باز نہی ئاسو ییدا لہ سہر روی
 ناوہ وہی رەحە تیه ک دہ خلیسکیت
 وینہ (7-31). روی رەحە تیه کہ
 بیت لیکخشاندن، بہ چ گورپک بہ
 دہ لالہ تی r, θ ، دہ بی بجولیت تا تہ م
 جوولہ یہ جیبہ جی بیت۔

$$\text{وہ لام: } \sqrt{\frac{rg}{\tan \theta}}$$

پ۲۱: تہ و گہ ورتہ ترین گورپہ چہ ندہ کہ ٹوٹومبیلک $1200 kg$ دہ توانیت لہ
 لوفہ یہ کی ئاسوی باز نہی نیوہ تیرہ $80 m$ پیچ بداتہ وہ تہ گہر هاو کولکی
 لیکخشاندن لہ نیوان تاییہ کانی و ریگا کہ 0.55 بیت؟ ئایا تہ نجامہ کہ بہ ندہ بہ
 بارستہ ی ٹوٹومبیلہ کہ؟ وہ لام: $20.7 m/s$

پ۲۲: ئایا دہ کریٹ، سہ تلک ئاو لہ باز نہی کی شاولیدا میتندہ خیرا
 بسووپندریت، ئاوہ کہ نہرژیتہ دہرہ وہ، تہ گہر بکریٹ کہ مترین گورپی

سه تلکه ده بیټ چہ ند بیټ؟ دابنۍ بارستہ ی ٹاوه که m و نیوه تیره ی بازنه که

R بیټ. وه لّام: به لّی ده کریت، له به رزترین خالدا $V_{min} = \sqrt{RG}$



وینه (7-32)

پ ۲۳: به چ که مترین گوړ، ده بیټ

گالیسکه یه کی گلوربؤوه سهره و ژوور له

لووتکه ی ریږه وه بازنه ییبه که دا،

بجوولیت بی ئه وه ی نه فهره کانی بکه ونه

خواره وه. دابنۍ نیوه تیره ی ریږه وه

ٹاسنینه که 8 m بیټ. وینه 7-32. وه لّام

: که مترین خیرایی له به رزترین شوین

8.9 m/s

پ ۲۴: پاره یه کی کانزایی له دوری 12 cm له ته وه ری میژیکۍ خولخوړ

(truntable) دانرا. خیرایی خولانه وه ی به ره به ره زیاد کرا، پاره که ش له

شوینی خوی مایه وه تاکو خیرایی خولانه وه که ی گه یشته 50 rpm (خول له

ده قیقه یه که دا) له و خیراییه دا پاره که به در خلیسکا. ئایا هاوگولکه ی

لیکخشاندن له نیوان پاره که و میزه خولخوړه که چه نده؟ (خول/ ده قیقه

$\text{rpm} = 0.34$ وه لّام:

پ ۲۵: ٹوتومبیلک 1000 kg ، به گوړی 20 m/s به سهر پوپی گردیکۍ خپری

نیوه تیره 100 m دا ده پوات. ئه مانه دیار بکه. a) ئه و هیزه ستوونیه ی

ده که ویتته سهر ٹوتومبیلکه (کاردانه وه). b) ئه و هیزه ستوونیه ی ده که ویتته

سهر شوفیره 70 kg کیلوگرامیه که. c) گوړی ٹوتومبیلکه که تیایدا هیژی

ستوونی ده بیټه سفر. وه لّام: 5800 N , 6406 N , 31.3 m/s

پ۲۶: نيوەتيرەى زەوى $6.38 \times 10^6 m$. بە $24 hr$ سەت يەك خول بە دەورى تەوەرەكەى تەواو دەكات. ئايا چەقە تاودانى تەنىك لە ھىلى يەكسانىدا چەندە؟ وەلام: $0.034 m/s^2$

پ۲۷: ھەسارۆكەى تۆرۆ (*asteroid toro*) لە سالى 1964 دۆزايەوہ نيوەتيرەكەى نزيكى ($5 km$) كىلۆمەترە. a) دابنى چى ھەسارۆكەى تۆرۆ وەك چى زەويە $5.55 \times 10^3 kg/m^3$ ئايا بارستەكەى چەندە؟ تاودانى كىشكردن لەسەر رووہكەى بدۆزەوہ. b) ئەگەر ويسترا تەنىك لە خولگەيەكى بازنى نيوەتيرەكەى كەمىك لە نيوەتيرەى ھەسارۆكەكە زياتر بىت، دابنرەت. ئايا دەبى گۆپى ئەم تەنە چەند بىت؟ ئايا بە غاردان دەتوانىت خۆت لە خولگەيەك دابنرەت بە دەورى ھەسارۆكەى تۆرۆ بسوورپىتەوہ؟ وەلام: (بەلى)، $6.2 m/s$, $7.7 \times 10^3 m/s^2$, $2.9 \times 10^{15} kg$

پ۲۸: بارستەى ھەيف $\frac{1}{81}$ ى بارستەى زەويە، نيوەتيرەى ھەيف $\frac{1}{4}$ ى نيوەتيرەى زەويە. لەم زانباريانەوہ تاودانى كىشكردن لەسەر رووى ھەيف بدۆزەوہ. وەلام: $1.9 m/s^2$

پ۲۹: گۆيەكى بچوك بارستەكەى $0.1 kg$ بە سەرىكى دەرزويەك درىژيەكەى $90 cm$ بەستراوہ. لە رىپرەويكى بازنى ئاست شاولى سوپىندرا لەوساتەى گۆيەكە بە نزمترین خالى رىپرەوہكەيدا تىپەپ بوو. ھىزى گرىزى دەزووہكە $10 N$ بوو. ئايا ھەريەكە لە گۆپى گۆيەكە و گرىزى دەزووہكە لە وساتەدا چەندە؟ a) كاتىك بە بەرزترین خالى رىپرەوہكەى تىپەپدەبىت. b) كاتىك بەو خالەدا تىپەپ دەبىت كە دەكەويتە سەر ئەو ھىلە ئاسۆييەى بەچەقى بازنىكە دا دەپوات. (دابنى $g = 10 m/s^2$).

وەلام: $7 N$, $7.94 m/s$, $4 N$, $6.71 m/s$ a) b)

پ۳۰: له کاتی ناردنی شانديکي ئۆپۆلۆ، بۆ دابه زین له سەر هه یف، پتویستی به ئه وه ده کرد که له به رزایی 100 km به ده وری هه یف بسووپتته وه ئایا یه ک سووپ به ده وری هه یف چه ند ده خاینتیت؟ بارستهی مانگ $= 7.4 \times 10^{22}\text{ kg}$ ، نیوه تیره ی مانگ $1.74 \times 10^6\text{ m}$.
وه لام: (1.91 hr)

پ۳۱: گۆیه کی بچوک 0.04 kg به سه ریکی ده زوویکه وه دریزییه که ی 0.9 m هه لواسرا، ئینجا له ئاستیکی ئاسویدا به گۆرپکی نه گۆرله رپره ویکی بازنه ییدا چیوه که ی 0.94 m سووپیندرا. ئایا a گزئی په ته که چه نده ؟ b کاته له ره ی ئه م جووله یه چه نده ؟
وه لام: $a) 0.4\text{ N}$ $b) 1.88\text{ s}$

پ۳۲: گۆیه کی بچوک 0.2 kg به کۆتایی ده زوویک دریزییه که ی 0.4 m بوو به ستر، ئینجا به ده وری سه ره که ی تری له بازنه یه کی شاولیدا سووپیندرا. گزئی ده زووه که له و ساته ی گۆیه که به به رزترین خالی رپره وه بازنه ییه که یدا تیپه ر ده بیئت 6 N بوو ئایا: a گۆپی گۆیه که له به رزترین خالی رپره وه که یدا چه نده ؟ b گۆپی گۆیه که و گزئی ده زوه که چه نده له و ساته ی گۆیه که به نزمترین خالی رپره وه که یدا تیپه ر ده بیئت؟
وه لام: $a) 4\text{ m/s}$ $b) 6.656\text{ m/s}$, 18 N

پ۳۳: کیشی بایسکل سوايک و باسکله که ی (1732 N) ، و له سه ر پپچپکی ئاسویی نیوه تیره $90\sqrt{3}\text{ m}$ ده پوات به جۆرێک خۆی به لای چه قی پپچدانه وه به گۆشه ی 60° له گه ل ئاستی ریگا که لارکردۆته وه ئایا زۆرترین گۆر که بتوانیئت بی مه ترسی خلیسکان پپچی پپبکاته وه چه نده . وه کاردانه وه ی ستوونی ریگا که له سه ر بایسکل سواره که چه نده ؟

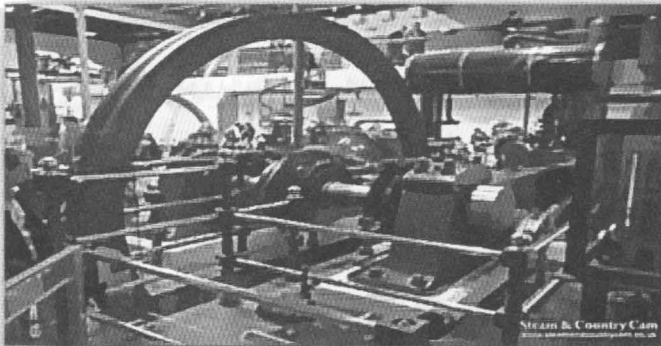
وہلام: 30 m/s , 2000 N

پ۳۴: گویہک به رهو خواری رویکی لیژ ده خلیسکیت و به قولفیکي شاولی
تیره 40 cm دا ده پوات. که به رووه لیژه که گه یه نراوه. له چ به رزاییهک به
گویره ی نزمترین خالی قولفه که وه ده بی گویه که به ره للاً بکریت بو ئه وه ی
کاتیك به به رزترین خالی قولفه که داده پوات خه ریک بیټ بکه ویت. نیوه ی
وزه ی گویه که وهك ئیش له دژی لیكخشانندن به فیرو ده پوات.

وہلام: 100 cm

به‌شی هه‌شته‌م

جووله‌ی به‌خول Rotational Motion



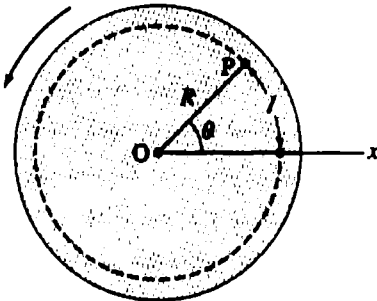
به‌شداربوون له پێشبرکینی بایسکل سواران، هه‌ول دهمدن خیراییان زۆرترین بێت، نه‌مه‌ش دیته‌دی به‌ خیرا خولاندنه‌وه‌ی پێدانه‌کانی (Pedals) بایسکله‌که. نه‌مه‌ش ته‌نها ناوه‌ستیته‌ سه‌ر بری نه‌و هه‌یزه‌ی ده‌خړیته‌ سه‌ر پێدانه‌کان به‌لکو هه‌روه‌ها ده‌وه‌ستیته‌ سه‌ر دووری ستونی هه‌یزه‌که له ته‌وه‌ری خولدان، واته‌ ده‌وه‌ستیته‌ سه‌ر زه‌بهری کاریه‌گه‌ر، له‌لایه‌که‌وه‌ گۆشه‌ تاودانی تایه‌کانی بایسکل به‌نده‌ به‌ بری نه‌و زه‌به‌ری ده‌خړیته‌ سه‌ر پێدانه‌کانی له‌لایه‌کی ترمه‌ به‌نده‌ به‌ شیوه‌ی بارسته‌ی تایه‌کان و چۆنیه‌تی دابه‌شبوونی بارسته‌ به‌ گۆیه‌ری ته‌وه‌ری خولدان. له‌کاتی دیزاینکردنی بایسکل ده‌بێت هه‌موو نه‌و هۆکارانه‌ ره‌چاوگیریت. له‌م به‌شه‌دا له‌ جووله‌ی به‌خولی ته‌نه‌کان ده‌کۆلینه‌وه‌ نه‌و یاسایانه‌ ده‌خه‌ینه‌وه‌ که تاودان و ته‌وژم و جووله‌ وزه‌ له‌ جووله‌ به‌خولدا لیکده‌ده‌نه‌وه‌.

جوولہی بہ خول

لہ جوولہی بہ خولدا مامہ لہ تہنہا لہ گہ ل تہنلکہ یہک ناکریت بہ لکو مامہ لہ لہ گہ ل تہنیک ی رہ ہندارہ، کہ لہ ژمارہ یہکی زور لہ تہنلکہ پیکھاتووہ، ہرہ کیان خیرایی بہ ہیئل و تاودانی بہ ہیئل خوی ہ یہ۔ ہہ موو تہنیک لہ سوروشندا، کاتیک ہیژیک یان زہبریکی دہرہ کی کاری تیدہ کات شیوہ کی تیکدہ چیت و قہ بارہ کی دہگوریت، بہ لام بؤ مہ بہ سستی ئاسانکاری لہ کاتی دراسہ تی جوولہی بہ خول۔ پیویستہ وا دابنیین کہ تہنہ کان سہرتن (*rigid*)، تہنی سہرت مانای ئوہ یہ کہ تہنہ کہ شیوہ و قہ بارہ یہ کی دیاریکراوی ہ یہ، ناتوانریت و قبولی نیہ تیکبجیت و بشیویت ہرچہ ند ہیژیک یان زہبریکی دہرہ کی بخریتہ سہری، واتہ تہنی سہرت ئو تہنہ یہ کہ دوری نیوان ئو تہنلکانہی تہنہ کی لی پیکھاتووہ ناگوریت کاتیک ہیژیک یان زہبریکی دہرہ کی کاری تیدہ کات۔

تہنی سہرت تہنیک ی نمونہ ییہ، تہنہا بیرۆک یہ، گرنگیہ کی زوری ہ یہ لہ کاتی لیکولینہ وہ لہ بابہ تی جوولہی بہ خولدا۔ لہ ژیانی روژانہ شدا بری ئو ہیژو زہبرانہی کار لہ تہنہ کان دہکن کہ مہ، ناتوانن تہنہ کان بشیوینن، بویہ وا دادہ نیین کہ تہنہ کان سہرتن۔

(8-1) گوشہ لادان Angular Displacement



وینہ (8-1)

لہ وینہ (8-1) دا رہورہ یہک بہ دوری تہورہ θ کہ لہ سہر ئم لاپہرہ یہ ستوونہ، بہ پیچہ وانہی ئاراستہی میلی سعات دہسورپیتہ وہ۔ P خالیکہ لہ سہر رہورہ وہ کہ R لہ تہورہی خولدان دورہ،

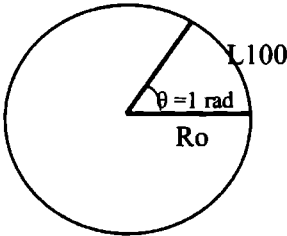
گريمان نهم خالہ كهوانه ی L له چټوهی ریږه وه بازنه ییكهيدا ده بریت. نهم كهوانه یه ش بهرامبه ره به چه قه گوشه θ . به دریژی كهوانه كه، ده گوتړی لادانی به هیلی یان لیکه وته لادانی خالی P ، وه به گوشه ی θ ده گوتړی گوشه لادانی ره وره وه كه. سی ریگا هیه بو پیوانی گوشه لادانه كان θ ، ریگای به كه م نه وه یه كه گوشه ی θ به پله حسیب ده کریت، نه گره ره وره وه كه به ك خول ته واو بكا، نه وا نه و گوشه لادانه ی ده بریت ده كاته $\theta = 360^\circ$. پیوانی گوشه به پله لای هه موومان زانراوه و باوه. ریگای دووهم بو پیوانی گوشه لادان كه لای زور كهس له كاری روژانه یان به كاری ده هیتن ژماره ی خوله كانه. كاتیك ره وره وه یه ك خولیك ته واو ده كات نه وا ده لیږن گوشه لادانه كه ی ده كاته یه ك خول (revolution)، نه گره $\theta = 1 \text{ rev}$ نه وا مانای $\theta = 360^\circ$. (خول = revolution = rev)

ریگای سییه م بو پیوانی گوشه ی θ به هایه کی گوره ی له بواری زانستدا هیه نهم ریگایه بو پیوانی گوشه پیی ده گوتړی پیوانی رادیان (پیوانی گوشه نیوتیره ی Radian measure). له راستیدا حسیب كړدن له جوله ی به خولدا ناسانتر ده بیت نه گره بو پیوانی گوشان یه كه ی رادیان به كار به یښن. له وینه (8-1) دا ده بینن كاتیك خالی P . كهوانه یه ك دریژییكه ی L ده بریت نه وا ره وره وه كه گوشه لادانی θ ده بریت، نه گره دووری خالی P له ته وه ره خولانه وه R بیت نه وا بری گوشه ی θ به پیوانی رادیان به م شیوه پیناسه ده کریت.

$$\theta = \frac{\text{دریژی كموان}}{\text{نیوه تیره}} = (\text{به پیوانی رادیان}) \theta$$

$$\theta = \frac{L}{R} \dots \dots \dots (8-1)$$

کاتیڤ دريژي که وانه که به کسان بيت به نيوتيره
($L = R$) نهوا بپري گوشه ي θ ده کاته l راديان (1 rad).



وينه (8-2) B

که واته به ک راديان بپري نهوا چهه گوشه به له
بازنه به کدا، که وانه به کی به رامبه ر دريژيه کی
به کسان به نيوتيره ي بازنه که. وينه (8-1).
له هاوکيشه ي ($8-1$) دا، ده بيني θ ريژه ي نيوان دوو
دريژيه، بويه θ ژماره به کی بي به که ده رده چيټ.
له سر نه وه شه وه به کی رادياني پيده دريټ.
بو به ک خولي ته واو چهه گوشه به راديان ده کاته:

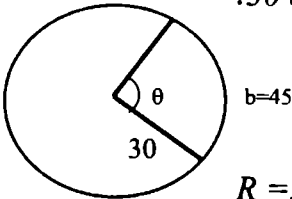
$$\theta \text{ rad} = \frac{L}{R} = \frac{\text{چپوه بازنه}}{R} = \frac{2\pi R}{R}$$

$$= 2\pi \text{ rad} = 2 \times 3.142 \text{ rad} = 6.284 \text{ rad}$$

$$\therefore 1 \text{ rev} = 360^\circ = 6.284 \text{ rad}$$

$$\therefore 1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{6.284} = 57.3^\circ$$

نمونه: بپري نهوا چهه گوشه بدوزه وه که به رامبه ره به که وانه به ک
دريژيه کی 45 cm . له بازنه به کدا نيوه تيره کی 30 cm .



وينه (8-3) C

(a) به راديان (b) به پله (c) به خول
شيکار:

$$R = 30 \text{ cm}, b = 45 \text{ cm}$$

$$a) \theta = \frac{L}{R} = \frac{45 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 1.5 \text{ rad}$$

$$b) \theta = \frac{360^\circ}{2\pi \text{ rad}} \times 1.5 \text{ rad} = \frac{1.5}{6.284} \times 360 = 86^\circ$$

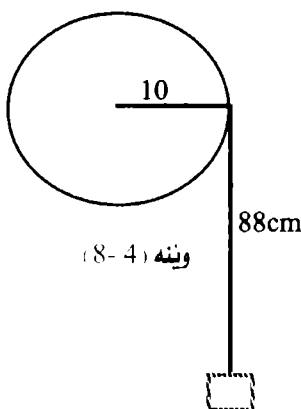
$$c) \theta = \frac{1.5 \text{ rad}}{2\pi \text{ rad/rev}} = 0.24 \text{ rev}$$

هەر وهك له وینهى (8-1) دا دیاره، کاتیك ره ووره وهكه گۆشهى θ دهخولیته وه، نهوا خالى P به ریزه ویکى كه وانه یی دا ده پوات دریزییه كه ی L . له هاوکیشه (8-1) وه ده رده چیت كه:

$$L = \theta R \dots\dots\dots (8-2)$$

به و دوریهى خالى P ده یپریت ده گوتری لیکه وتیه لادان، *tangential displacement*، چونكه لیکه وتی لیواری ره ووره وه كه یه. له هاوکیشه (8-2) دا، (θ) ده بی به گۆشهى رادیان بیت (گۆشه نیوه تیره یی).
نموونه:

وهك له وینه (8-4) پیشان دراوه. ده زوویك به سهر خلویه كى نیوه تیره 10 cm هه لکراوته وه. تا چ گۆشه یهك خلۆكه كه خول دهدات نه گهر 88 cm له ده زوه كه خاوبکریته وه.



شیکار:

نه گهر له وینه كه بفکری، ده توانی خۆت قایل بکه ی، كه نه گهر ههر خالیك له سهر لیواری خلۆكه كه كه وانه ی L بپریت، نهوا دریزی ده زوهه راکیشراوه كه ههر ده کاته وه L . له هاوکیشه (8-2).

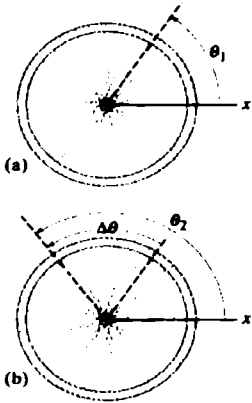
$$L = \theta R$$

$$88 = \theta \times 10$$

$$\theta = 8.8 \text{ rad}$$

$$= \frac{8.8}{6.284} = 1.4 \text{ rev (خول)}$$

(8-1) Angular Velocity **گۆشه خیرایی**



Angular acceleration (rad/s²)

ویننه (8-5b)

ویننه (8-5a) وینیک له (a) شوینی

سهرتایی θ_1 بو (b) شوینی کوتایی θ_2

دهخولیتته وه. لادانه گۆشه دهکاته

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

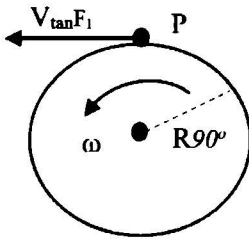
له بهندی (3-3). پیناسه‌ی خیرایی له جووله‌ی به‌هیلدا کراوه. که بریتیه له لادانی برپاو له‌یه‌که‌ی کاتدا. به‌هه‌مان شیوه ده‌توانین پیناسه‌ی گۆشه خیرایی بکه‌ین نه‌ویش بریتیه له گۆشه لادانی برپاو له‌یه‌که‌ی کاتدا. له ویننه (a 8-5) دا ته‌نیک وهک ویلیکی (wheel) بایسکل به‌ده‌وری ته‌وه‌ره جیگیره‌که‌ی له شوینیکی سهره‌تاوه دیاریکراو به θ_1 بو شوینیکی کوتایی دیاریکراو به θ_2 به مه‌اوه‌ی کاتی Δt ده‌خولیتته‌وه.

برپای گۆشه‌ی برپاو له مه‌اوه‌دا (لادانه گۆشه) ده‌کاته $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ وه به پیری پیناسه‌ی گۆشه خیرایی، که گۆشه لادانی برپاوه له‌یه‌که‌ی کاتدا. نه‌وا برپای تیکرایی گۆشه‌ی خیرایی ده‌کاته:

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \dots\dots\dots(8-3)$$

له مه‌اوکیشه‌دا، $\Delta\theta$ برپای نه‌و گۆشه‌یه که ته‌نه‌که پیایدا ده‌خولیتته‌وه له مه‌اوه‌ی Δt . وه ω (نۆمیکا پیتیکی گریکه) تیکرایی گۆشه خیرایی ته‌نه‌که‌یه. گۆشه خیرایی به شیوه‌یه‌کی گشتی به rad/s ده‌پیوریت. زۆر جاریش به ژماره‌ی خول له ده‌قیقه‌یه‌کدا ده‌پیوریت rev/mn . سه‌رنج بده که هه‌موو خاله‌کانی ته‌نیک سهرت به هه‌مان گۆشه خیرایی ده‌خولیتته‌وه، چونکه هه‌ر شوینیکی ته‌نه‌که هه‌مان گۆشه لادان ده‌بریت له هه‌مان کاتدا.

له وینه (8-5b). ره وړه په ك نيوه تيره كى



وینه (8-5b)

(a) گۆشه خیرایی رمورمه كى په .

V لیکه وته خیرایی خالی P په له سهر

لینواری رمورمه كى .

(R) به گۆشه خیرایی ω ده خولیته وه،

خالی P كه ده كه وینه سهر ليواری

ره وړه وه كى، به ناراسته لیکه وت بؤ

لیواری ره وړه وه كى به خیرایی كى به هیل

ده جوولیت پى ده گوتى لیکه وته خیرایی

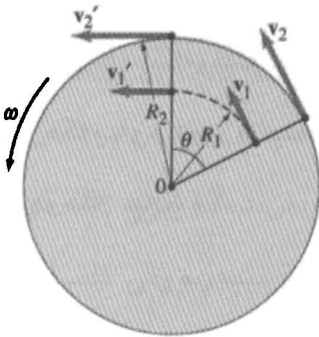
(tangential velocity) ره وړه وه كى .

په یوه ندى نیوان گۆشه خیرایی و لیکه وته خیرایی به م جوړه ده بیت له

هاوکیشه (8-2) $L = \theta R$ ، به دابهش كړنى هه ردوولا به سهر Δt :

$$\frac{L}{\Delta t} = \frac{\theta}{\Delta t} \times R$$

$$v = \omega R \dots\dots\dots (8-4)$$



وینه (8-6)

رمورمه په ك به رى كى به دى وى ده خولیته وه، دوو خال

له سهرى كه R1 , R2 له چه قه وه دووړن، دوو خیرایی

جیوازیان هه په چونكه دوو دووړى جیواو له هه مان كاتدا

دېرن، $R2 > R1$ كه واته $v2 > v1$ ($v = \theta R$) . به لام

دوو خاله كه هه مان گۆشه خیراییان هه په چونكه هه ردووكیان

هه مان گۆشه لادان θ دېرن له هه مان كاتدا

كاتيك، ته نيك، بؤ نمونه په يكه يه ك

(disk)، به ده وړى ته وهره كى

ده خولیته، نه وا هه موو ته توكه كانى

په پكه كه به هه مان گۆشه خیرایی ω

ده سوړپینه وه، به لام هه ر ته توكه يه ك

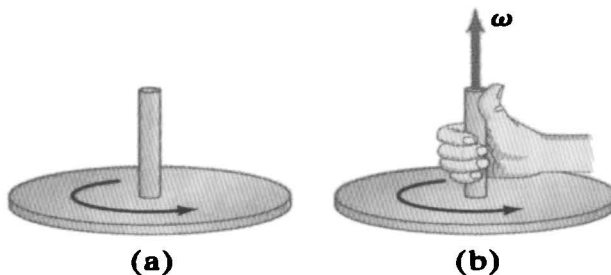
له ته توكه كانى په پكه كه به خیرایی كى

به هیلى تايبت به خوى ده سوړپینه وه

جیواو له گه ل خیرایی به هیلى

ته توكه يه كى تر. وینه (8-6).

گۆشە خېرايى بېرىكى ئاراستەيىيە دەتوانرىت بە تىراسايەك تەرىب بە تەوهرى خولدان بنوئىنرىت و ئاراستەكەشى بەھۆى ياسايى دەستى راست دىارى دەكرىت *right hand rule* كە بەم جۆرەيە: كاتىك پەنجەكانى دەستى راستە بە ئاراستەى خولانەو بە دەورى تەوهرى خولدان لول دەدەين ئەوا پەنجەى گەرە ئاماژە بۇ ئاراستەى گۆشەى خېرايى (ω) دەكات. وئە (7-8)



وئە (7-8) (a) رەورەدەيەكى خلاو (b) ياساي دەستى راست بۇ دياركردنى ئاراستەى ω

نەمۇنە:

رەورەدەيەك نىوہ تىرەكەى 30 cm بە گۆشە خېرايىەكى رىك 300 rev/ mn بە دەورى تەوهرەكەيدا دەخولیتەو، (a) بېرى گۆشە خېرايىەكەى بە rad/s چەندە؟ (b) لىكەوتە خېرايى خالىكى سەر رەورەوہكە، 14 cm لە تەوهرەكەيەوہ دوورە چەندە؟ (c) لىكەوتە خېرايى خالىكى سەر لىواری رەورەوہكە چەندە؟

شىكار:

گۆشە لادان بە رادىان بۇ يەك خولى تەواو دەكاتە 2π rad كەواتە گۆشە لادانى بىرپاۋ بە رادىان بۇ (300 rev) خول دەكاتە $300 \times 2\pi = 1885.2$ rad. ئەم بېرە گۆشەيە بە مەواوہى 1 دەقىقە = 60 چركە بپاۋە.

$$a) \quad \therefore \omega_{rad/s} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{2\pi \times \text{ژماره خول}}{\text{کات به چرکه}}$$

$$\omega = \frac{1885.2}{60} = 31.4 \text{ rad /s}$$

b) $V_{tan} = \omega R$

$$V_{tan} = 31.4 \times 0.14 = 4.4 \text{ m/s}$$

c) $V_{tan} = \omega R$

$$= 31.4 \times 0.3 = 9.42 \text{ m/s}$$

(8-3) **گۆشه تاودانی رېك :** *Uniform Angular Acceleration*

له بهندی (3-5) دا، تاودان له جوولې به مېلدا، به بېرې گۆپان له خېړايی له یه که ی کاتدا پېناسه کراوه. به هه مان شیوه له جوولې به خولدا ده توانریت گۆشه تاودان، بېرې گۆپان له گۆشه خېړايی له یه که ی کاتدا پېناسه بکړیت یان گۆشه تاودان بریتیه له بېرې گۆران له گۆشه خېړايی دابه ش کاتی پېویست بڼر روودانی نه م گۆپانه. که واته تیکړایی گۆشه تاودان ده کاته:

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \dots\dots\dots (8-5)$$

له هاوکیشه دا α (نه لفا پیتیکي گریکه) گۆشه تاودان ده نوینې. ω_1 گۆشه خېړايی سه ره تاییه، ω_2 گۆشه خېړايی کۆتاییه دواى تپه پېوونی کاتی Δt . نه گەر ω به rad/s بېپوریت وه کات t به چرکه، نه وا گۆشه تاودان α به rad/s^2 ده رده بړیت.

کاتیک گۆشه خېړايی ته نیکي خولاوه زیاد یان که م ده کات، واته $\alpha \neq 0$ نه وا هه ر خالیکی ته نه که نه ک ته نه لیکه وته خېړايی ده بېت به لکو لیکه وته تاودانیشى ده بېت. که واته نه گەر ره وپه وه یه ک به گۆشه تاودانی α بخولیته وه نه وا نه و خالهی له سه ر لیواری ره وپه وه که یه به لیکه وته تاودان

(تاودانی به هیل) a_{tan} ده جلولیت، ده توانین هاوکیشه (8-3) به کارهینین بۆ
 نه وهی په یوه ندی نیوان گۆشه تاودانی ته نیکی خولاوه و لیکه وته تاودانی
 (تاودانی به هیل) ته تۆلکه یه کی ته نه که پیشان بدهین.

$$\therefore \Delta V = \Delta \omega R$$

به دابه شکردنی هه ردولا به سه ر Δt .

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} R$$

$$a_{tan} = \propto R \dots \dots \dots (8-6)$$

له م هاوکیشه دا (8-5)، R نیوه تیره ی نه ورپه وه بازنه ییبه که ته تۆلکه که
 پیایدا ده پوات.

زانیمان، نه و ته تۆلکه ی له بازنه یه کی نیوه تیره R به لیکه وته خیرایی V_{tan}
 بسووپیت. نه و نه م ته تۆلکه یه چه قه تاودانی ده بیئت

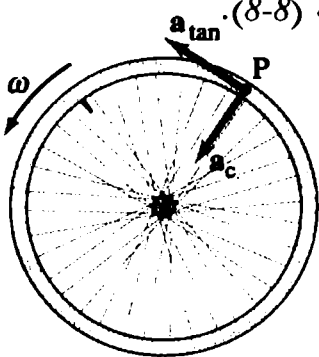
$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$V = \omega R \quad \text{به لام}$$

$$a_c = \omega^2 R \dots \dots \dots (8-7)$$

تاودانی به هیل گشتی ته تۆلکه یه کی ته نیکی خولاوه ده کاته به رنه نجامی
 چه قه تاودان و تاودانه به هیل که ی ته تۆلکه که وینه (8-8).

$$a = a_{tan} + a_c$$



وینه (8-8)

له ره له ری خولانه وه f ، ژماره ی
 خوله کانه له چرکه یه کدا، له بهر نه وه ی
 گۆشه لادانی یه ک خول ده کاته
 $2\pi \text{ rad}$ ، که واته :

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \dots \dots \dots (8-8)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (8-9) \quad \text{کاته له ره } T \text{ ده کاته}$$

ویلکی به گۆشه تاودان خولاوه، تاودانی به هیل
 گشتی خالی P، دوو یکنه ری هه یه، چه قه تاودان a_c و
 تاودانی به هیل a_{tan}

له به ندى (3-6)، چەند هاوكيشه يه كى گرنګ تاييه ت به جووله ي به هيلى به تاودانى ريك دهرهينراون. ئه م هاوكيشانه، لادان و خيراى و تاودان به يه كه وه په يوه ند ده كەن، بىړوكه ي جووله ي به خول به گوشه تاودانى ريك هه مان بىړوكه ي جووله ي به هيل به تاودانى به هيلى ريك، بويه ده توانين هاوكيشه كانى جووله ي به خول به گوشه تاودانى ريك وهك هاوكيشه كانى جووله ي به هيل به تاودانى ريك دابنين، وهك له خشته ي خواره وه دياره.

هاوكيشه كانى جووله ي به هيل	هاوكيشه كانى جووله ي به خول
$x = \bar{v} t$ $\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2}$ $v_f = v_i + at$ $x = v_i t + \frac{1}{2} at^2$ $v_f^2 = v_i^2 + 2ax$	$\theta = \bar{\omega} t$ $\bar{\omega} = \frac{\omega_i + \omega_f}{2}$ $\omega_f = \omega_i + \alpha t$ $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$ $\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha \theta$

له هاوكيشه كانى سه ره وه، ω_i به سفر داده نريت ئه گه ر خولانه وه له وه ستانه وه ده ستيبكات، له كاتى زياد بوونى گوشه خيراى، گوشه تاودان موجه به وه له كاتى كه مېوونى گوشه خيراى و گوشه تاودان ساليبه. وه ئه گه ر ته نه كه به گوشه خيراى نه گور بخولته وه ئه وا گوشه تاودان سفره ($\alpha = 0$) له م باره دا. $\theta = \omega t$, $\bar{\omega} = \omega$, $\omega_f = \omega_i$

نمونه:

ره پړه وه يه ك به گوشه خيراى 120 rev/mn ده خولايه وه، گوشه خيراى به كى به گوشه تاودانى 3 rad/s^2 زياد كړد. ئايا دواى تپه پړوونى 14 s گوشه خيراى به كى ده بپته چنده؟ تيكرى گوشه خيراى به كى چنده؟ لادانه گوشه ي بړاو له م ماوه دا چنده؟

شیکار:

گوشه خیرایی به rev/s ده گزین بۆ rad/s

$$120 \text{ rev/mn} = \frac{120 \times 2\pi}{1 \times 60} = 4\pi \text{ rad/s} = 12.56 \text{ rad/s}$$

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\omega_f = 12.56 + 3 \times 14 = 54.56 \text{ rad/s}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\omega_i + \omega_f}{2} = \frac{12.56 + 54.56}{2} = 33.56 \text{ rad/s}$$

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = 12.56 \times 14 + \frac{1}{2} \times 3 \times 14^2 = 469.84 \text{ rad}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\theta}{\Delta t} = \frac{469.84}{14} = 33.56 \text{ rad/s}$$

نمونه:

پانکەیه کی کاره بایی 3 rev/s ده خولایه وه، له و ساته دا کوزاندراپه وه. 18 s

ویست تا وهستا. گریمان هیواشبوونه وه که ی ریکه ئایا چه ند خولی داوه

تا وهستاوه؟

$$\omega_i = \frac{3 \times 2\pi}{1} = 18.85 \text{ rad/s}$$

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t} = \frac{0 - 18.85}{18} = -1.04 \text{ rad/s}^2$$

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = 18.85 \times 18 + \frac{1}{2} \times (-1.04) \times 18^2 = 170.82 \text{ rad}$$

$$\text{ژماره ی خول} = \frac{170.82}{6.284} = 27 \text{ rev}$$

نمونه:

ته تۆلکه یه ک له رپره ویکی بازنه یی نیوه تیره 0.25 m له وهستانه وه دهستی

به سوورپانه وه کرد. دوا ی تیپه رپوونی 4 s ، گوشه خیراییه کی بوو به 120

$a \text{ rev/mn}$) بپی هه ریه که له گوشه تاودان و لیکه وته تاودانی ته تۆلکه که

چەندە ؟ (b) چەقە تاودان و تاودانی گشتی تەتۆلکە کە لە کۆتایی چرکە ی
چوارەم چەندە ؟ (c) لە و چوار چرکە یەدا تەتۆلکە کە چەند خول دەدات ؟
شیکار:

$$\omega_f = 120 \text{ rev/min} = \frac{120 \times 2\pi}{1 \times 60} = 12.56 \text{ rad/s}$$

$$a) \quad \omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$12.56 = 0 + \alpha \times 4$$

$$\alpha = 3.17 \text{ rad/s}^2 \quad \text{گۆشە تاودان}$$

$$a_{tan} = \alpha R$$

$$a_{tan} = 3.17 \times 0.25 = 0.79 \text{ m/s}^2 \quad \text{لێکەوتە تاودان}$$

$$b) \quad a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = (12.56)^2 \times 0.25$$

$$a_c = 39.4 \text{ m/s}^2 \quad \text{چەقە تاودان}$$

$$a_{\text{گشتی}} = \sqrt{a_c^2 + a_{tan}^2}$$

$$a_{\text{گشتی}} = \sqrt{(39.4)^2 + (0.79)^2} = 39.4 \text{ m/s}^2$$

$$c) \quad \theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = 0 + \frac{1}{2} \times 3.17 \times (4)^2 = 25.4 \text{ rad}$$

$$\text{خول} = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{25.4}{6.284} = 4 \text{ rev}$$

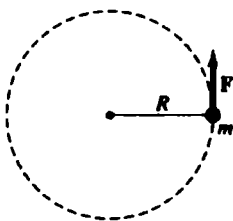
(8-4) زەبری بار نەگۆرین (خۆنەگۆری) Moment of Inertia

لە بەندی (5-1) دا، باسی ئەوەمان کرد کە تەنەکان سیفەتی بەردەوامیان
هیه. (continuity). ئەمەش سیفەتیکی ماددەیه، کە تەنی وەستا هەر بە
وەستاوی دەمێنێتەو، تەنی جوولای بە خێرای نەگۆر هەر لەسەر ئەم
خێراییه بە بێو بە ئاراستە دەمێنێتەو، تاكو هێزێکی دەرەکی کاری
تێدەکات، ئینجا یان بپی خێراییه کە یان ئاراستە کە یان هەردوکیان

دەگۆرپیت، بە ئەو سیفەتەى تەن کە پێویستی بە ھێزىکى دەرەكى ھەيە بۆ گۆرپىنى بارى جوولانەوہى دەگوترى بەردەوامى *Continuity* یان بارنەگۆرپىن *Inertia*. ئاشکرایە جوولاندی تەنىکى وەستاوى بارستە گەرە گرانتەرە (ھێزىکى زۆرتى دەوێت) لە جوولاندنى یەکى تری بارستە بچووک، وە ھەر وەھا وەستاندننى تەنىکى بارستە گەرەى جوولاو بە خێرایى ھەى دیاریکراو، زەحمەتەرە لە وەستاندننى یەکى تری بارستە بچووکى جوولاو بە ھەمان خێرایى کەواتە چەند بارستەى تەنىک زۆر بێت بەردەوامى لەسەر ئەو بارەى تیاىدا، وەستاو یان جوولاو، زۆر دەبێت. واتە بارنەگۆرپىن زۆر دەبێت بە زۆربوونى بارستە. کەواتە بارستە پێوہرى بارنەگۆرپىن تەنە.

ئەوہى بارسمان کرد سیفەتى بارنەگۆرپىن بوو لە جوولەى بەھێلدا (جوولەى گواستەنەوہى). لە راستیدا تەنە خولاوہکانیش سیفەتى بەردەوامیان لەسەر خولانەوہ ھەيە، پێى دەگوترى بارنەگۆرپىن خولانەوہ. شتىکى روونە، ھەر رەوہوہیەکى وەستاو بە وەستاوى دەمىنیتە ئەگەر زەبرىکى دەرەکى کارى تێنەکات. وە ھەر رەوہوہیەکى خولاوہ بە دەورى تەوہرەکەیدا بە گۆشە خێرایى نەگۆر بەردەوام دەبێت لەسەر خولانەوہکەى بە ھەمان گۆشە خێرایى ئەگەر زەبرىکى دەرەکى کارى تێنەکات. ئەمەش ئەم مانایە دەدات. کە تەنى خولاوہ پێویستی بە زەبرىکى دەرەکى ھەيە کارى تێبکات بۆ ئەوہى بارى خولانەوہى بگۆرپیت. بە ئەم سیفەتى تەنى خولاوہ دەگوترى بارنەگۆرپىن خولانەوہ. *Rotational Inertia* پێوہرى بارنەگۆرپىن خولانەوہى تەنىک بە دەورى تەوہرىک تەنھا بە بارستەى تەنەکە بەند نیە بە لکو بە

بارستەى تەنەكەو دورىيەكەى لە تەوهرى خولدان بەندە. لە راستیدا زەبرى بارنەگۆرپىن دەبىيە پىئوهرى بارنەگۆرپىنى تەنى خولادە. زەبرى بارنەگۆرپىنى تەتۆلكەيەك بە دەورى تەوهرىك دەكاتە ئەنجامى لىكدانى بارستەى تەتۆلكەكەو دووجاى دورىيەكەى لە تەوهرى خولدان. لە وىنە (8-9) دا، تەتۆلكەيەكى بارستە m لە بازەيەكى نىووتىرە R بە دەورى تەوهرى O كە ستونە لەسەر ئەم لاپەرەيە دەجوولیت، زەبرى بارنەگۆرپىنى ئەم تەتۆلكەيە بە ئەنجامى لىكدانى بارستەى تەتۆلكەكەو دوو جاى دورى لە تەوهرى خولدان دەپىئوریت. كەواتە زەبرى بارنەگۆرپىنى I تەتۆلكەكە دەكاتە.



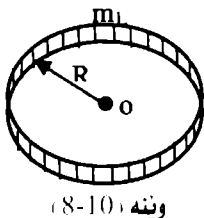
$$I = m R^2 \dots\dots\dots(8-10)$$

I لە نىزامى SI بە $kg.m^2$ و لە نىزامى cgs بە $gr.cm^2$ دەپىئوریت.

وینە (8-9)

زەبرى بارنەگۆرپىنى تەتۆلكەى m دەكاتە mR^2

زەبرى بارنەگۆرپىنى تەنىكى رەهەندەدار (بە قەبارە) بە دەورى تەوهرىك دەكاتە سەرجمى زەبرى بارنەگۆرپىنى ئەم تەتۆلكەكانى تەنەكە پىكدەمىن بە دەورى هەمان تەوهر، بۆ روونکردنەوى ئەمە ئەو نمونە پىشكەش دەكەين، گریمان ئالقەيەكى تەنەكە بارستەكەى M بىت و نىووتىرەكەى R بىت بە دەورى تەوهرىك دەخولیتەو بە چەقى ئالقەكە O دا دەپوات و ستونە لەسەر رووتەختى ئالقەكە. بۆ حسىبكردنى زەبرى بارنەگۆرپىنى ئەم ئالقەيە بە دەورى تەوهرى O دا،



ئالاقەكە بۇ چەند بەشیکى بچووك، m_1 ،

m_2, m_3, \dots دابەش دەكەين، لینگەپۆ

ژمارەى بەشەكان n بیئت، وینە (8-10).

هەرەك لەسەرەوه باسماں كەرد، زەبرى بارنەگۆرپىنى تەنىك بەدەورى تەوهرىك دەكاته سەرجهى زەبرى بارنەگۆرپىنى هەموو بەشەكانى تەنەكە بە دەورى هەمان تەوهر. كەواتە:

$$I_{\text{ئالاقە}} = m_1 R^2 + m_2 R^2 + m_3 R^2 \dots + m_n R^2$$

$$I_{\text{ئالاقە}} = R^2 (m_1 + m_2 + m_3 \dots + m_n)$$

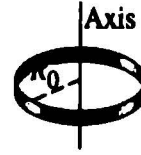
$$M = m_1 + m_2 + m_3 \dots + m_n \quad \text{بەلام}$$

$$I_{\text{ئالاقە}} = MR^2 \dots \dots \dots (8-11) \quad \text{كەواتە:}$$

هاوكيشە (8-11) ياسايەكە، بەكارى دەهینین بۇ هەژمارکردنى زەبرى بارنەگۆرپىنى ئالاقەكە تەنەك، دەرھینانى ياساكان بۇ حسیبکردنى زەبرى بارنەگۆرپىن تەنە ئەندازەییەكانى تر، پئویستی بە بیرکاری بەرزەهیه. (كالکۆلەس) بۆیه تەنها ياساكان لە خستەى خوارەوه پیشكەش دەكەین (وینە 8-10). زەبرى بارنەگۆرپىن دەوہستیتە سەر: 1) بارستەى تەن. 2) شیوہى تەن. 3) چۆنیەتى دابەشبووى بارستە بە گوێرەى تەوهرى خولدان.

a) نالقهى تهنك نيومتيره R

Through center



$$MR_0^2$$

b) نالقهى تهنكى نيومتيره R_0 و پانى W

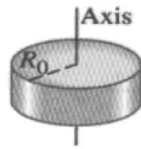
Through central diameter



$$\frac{1}{2}MR_0^2 + \frac{1}{12}Mw^2$$

c) نالقهى تهنك R

Through center



$$\frac{1}{2}MR_0^2$$

d) نالقهى تهنك ناويوش

نالتى ناوموه R_1 و نالتى دمرمونه R_2

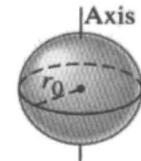
Through center



$$\frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$$

e) نالقهى تهنك r_0

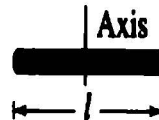
Through center



$$\frac{2}{5}Mr_0^2$$

f) نالقهى تهنك دريژى L

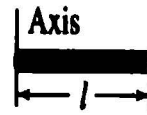
Through center



$$\frac{1}{12}Ml^2$$

g) نالقهى تهنك دريژى L

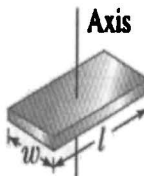
Through end



$$\frac{1}{3}Ml^2$$

h) نالقهى تهنك دريژى L ، پانى w

Through center



$$\frac{1}{12}M(l^2 + w^2)$$

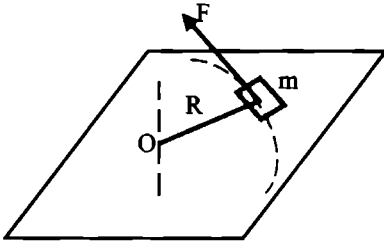
وينه (8-10) زهبرى بارنه گورينى چهنده تهنكى ريك (a,b,c,d,e,f,g,h)

(8-5) یاساكانى نيوتن له جوولهی به خولدا.

Newton's Laws in Rotational Motion

1 (یاسای یه که می نیوتن له جوولهی به خولدا.

هر ته نیک له توانایدا نیه له خۆیه وه گۆشه خیراییه که ی خۆی بگۆریت نه گەر زهبریکی دهره کی نه هاوسهنگ کاری تینه کات. واته به بی زهبریکی دهره کی ته نی وه ستاو دهست به خولانه وه ناکات. وه ته نی خالوه، بری گۆشه خیراییه که ی یان ئاراسته ی ته وه ری خولانه وه ی ناگۆریت نه گەر زهبریکی دهره کی کاری تینه کات. له مه شه وه دیارده که ویت که ته نی خولاه سیفه تی بارنه گۆرینی خولانه وه ی هیه. پیوه ری بارنه گۆرینی خولانه وه ش زهبری بارنه گۆرینه به نده (8-4).



وینه (8-11)

هیزی لیکه وته F_{tan} کار له بارسته ی m دهکات. زهبری نهم هیزه FR گۆشه تاودان \propto دهکات به ته نه که.

2 (یاسای دووه می نیوتن له جوولهی به خولدا.

له وینه (8-11) دا. ته نیک بارسته که ی (m) به سه ریکی توولیکی باریکی بارسته فه رامۆش کراو دریزییه که ی R چه سپکراوه. وه سه ره که ی تری تووله که ی به ته وه ریک له O دا به ستراوه، ئەم سیسته مه ش له سه ر روی میژیکی ئاسۆیی بیلێکخشاندن دانراوه.

دابنی هیزیکی لیکه وته F_{tan} کار له ته نه که دهکات. به پیتی یاسای دووه می نیوتن له جوولهی به هیلدا، ئەم هیزه لیکه وته تاودانیککی به هیل به ئاراسته ی خۆی به ته نه که دهکات، به ئەم تاودانه دهگوتری لیکه وته تاودان a_{tan}

(tangential acceleration). بەپىيى ياساى دووھى نيوتن لە جوولەى بەھىلدا.

$$F = m a$$

$$\therefore F_{tan} = m a_{tan}$$

كاركردى ئەم ھىزەش، دەبىتە ھۆى سووپانەوھى تەنەكە بە دەورى O دا.

$$a_{tan} = \alpha R \dots\dots\dots (8-5) \quad \text{بەلام} :$$

$$\therefore F_{tan} = mR \alpha$$

بە لىدانى ھەلادوولا لە R .

$$F_{tan} R = m R^2 \alpha$$

$F_{tan} R$ برىتتە لە زەبرى ھىزە لىكەوتەكە بە دەورى تەوھرى خولدان O ، ئەم زەبرەش ($\tau = F_{tan} R$) گۆشە تاودان بە تەنەكە دەدات، ئەم زەبرە بەرامبەرى ھىزى (F) لە ياساى دووھى نيوتن لە جوولەى بەھىلدا، كەچى $m R^2$ زەبرى بارنەگۆرىنى تەنەكەيە، بەرامبەر بە m لە ياساى نيوتنى دووھم. دەزانىن m پىوھرى بارنەگۆرىنە لە جوولەى بەھىلدا mR^2 پىوھرى بارنەگۆرىنە لە جوولەى بەخولدا، پىيى دەگوترى زەبرى بارنەگۆرىن.

$$I = m R^2$$

$$\tau = I \alpha \dots\dots\dots (8-12) \quad \text{كەواتە}$$

$$\therefore \alpha = \frac{\tau}{I} \dots\dots\dots (8-13)$$

ھاوگىشە 8-13 دەربرىنىكى بىركارىانەى ياساى دووھى نيوتنە لە جوولەى بەخولدا. كە دەلى، زەبرىكى نەھاوسەنگ بە دەورى تەوھرىك گۆشە تاودان پەيدا دەكات بە دەورى ئەو تەوھرە. ئەم گۆشە تاودانەش بە راستەوانە لەگەل زەبرەكە ھاوگىشە دەبىت و بە پىچەوانە لەگەل زەبرى بارنەگۆرىنى تەنەكە بە دەورى تەوھرەكە ھاوگىشە دەبىت. بۆ حسىبكردى بىرى I بۆ تەنە

ریکه کان سوود له خشتهی وینه (8-10) وهریگره. له هاوکیشهی (8-12) و
(8-13). τ به $m.N$ ، وه I به $kg.m^2$ ده پتوریت، \propto به rad/s^2 دهرده چیت.

$\propto \tau = I$		
$m.N$	$kg.m^2$	rad/s^2
$cm.dyn$	$gr.cm^2$	rad/s^2

\downarrow
 $R \times \tau = F_{tan}$

\rightarrow

\rightarrow

\rightarrow

$= M R^2$ ده I
 $= \frac{1}{2} M R^2$ په I
 $= \frac{2}{5} M R^2$ ځ I

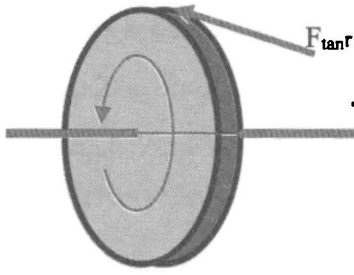
3) یاسای سییه می نیوتن له جووله به خولدا

بؤ هه زهبریکی هیژ، که دهخریته سهر ته نیک، زهبریکی تری هیژ هه یه به بر
یه کسان و به ناراسته به پیچه وانه دهخریته سهر ته نیک دی. نه گهر
مۆتۆریک زهبریکی هیژ بخاته سهر شفتیک (*Shaft*) نهوا شفته که زهبریکی
هیژی یه کسان به بر و پیچه وانه به ناراسته دهخاته سهر مۆتۆره که. نه گهر
مۆتۆره که به چاکی له بنه که کیه وه قایم نه کرابیت، نهوا به ناراسته ی
پیچه وانه ی شفته که دهخولیتته وه. نه گهر مه کینه ی فرۆکه یه ک زهبری هیژ
بخاته سهر په روانه ی فرۆکه که به ناراسته ی میلی ساعات بیخولیتیتته وه. نهوا
فرۆکه که تووشی زهبریک ده بیټ هه ولّ ده دات به ناراسته ی پیچه وانه ی میلی
ساعات بیخولیتیتته وه به لام نه م زهبره به هو ی پالډانی ههوا هاوسه نگ ده بیټ
و ناهیلایت فرۆکه که بخولیتته وه.

نمونه :

روده‌ویه‌ك به شیوه‌ی په‌پکه‌یه بارسته‌ک‌ی 40 kg و نیوه‌تیره‌ک‌ی 10 cm . توانای ه‌یه به دوری ته‌وه‌رېك بخولیت‌وه که به چه‌قه‌ک‌ی داده‌پوات و ستوونه له‌سه‌ر رووته‌ختی په‌پکه‌ک‌ه. هیزکی لیکه‌وته 30 N کاری له لیواری په‌پکه‌ک‌ه کرد له وه‌ستانه‌وه ده‌ستی به خولانه‌وه کرد. a گوشه تاودانی په‌پکه‌ک‌ه ده‌بیته چ‌ند؟ b گوشه خی‌راییه‌ک‌ی دوا‌ی تیپه‌پوونی 6 s چ‌رکه له کارکردنی هیزه‌ک‌ه ده‌بیته چ‌ند؟ c بری نه‌و گوشه لادانه‌ی ده‌یبریت له‌م ماوه‌دا چ‌نده؟ d ژماره‌ی خوله‌کانی له‌م ماوه‌دا چ‌نده؟

شیکار:



وینه (8-12) α

یه‌ک‌م زه‌بری بارنه‌گورپنی په‌پکه‌ک‌ه د‌رده‌هینن.

$$I_{\text{پ‌ک‌ه}} = \frac{1}{2} m R^2$$

$$I_{\text{پ‌ک‌ه}} = \frac{1}{2} \times 40 \times (0.1)^2 = 0.2\text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\tau = I \alpha$$

$$a) 30 \times 0.1 = 0.2 \times \alpha$$

$$\alpha = 15\text{ rad/s}^2$$

$$b) \omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\omega_f = 0 + 15 \times 6 = 90\text{ rad/s}$$

$$c) \theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = 0 \times 6 + \frac{1}{2} \times 15 (6)^2 = 270\text{ rad}$$

$$d) \text{ژماره‌ی خول} = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{270}{6.284} = 43\text{ rev}$$

نمونه :

ه‌یف 384000 km له زه‌وی د‌وره. به ماوه‌ی 27.3 رۆژ یه‌ك خول به دوری زه‌ویدا ته‌واو ده‌کات. گوشه خی‌رای و خی‌رای به‌هیلّی له خولگه‌کید‌ا بدۆزه‌وه.

شیکار:

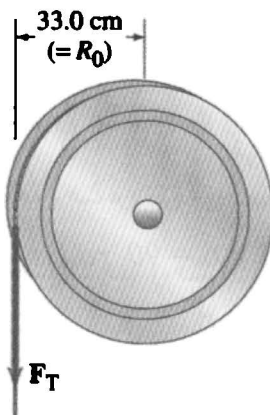
$$\begin{aligned}\bar{\omega} &= \frac{\theta}{2\pi} \\ &= \frac{6.284}{27.3 \times 24 \times 3600} = 2.66 \times 10^{-6} \text{ rad/s} \\ v_{tan} &= \omega R \\ v_{tan} &= 2.66 \times 10^{-6} \times 3.84 \times 10^8 = 1.02 \times 10^3 \text{ m/s}\end{aligned}$$

نمونه:

بارسته‌ی خلۆکه‌یه ک 4 kg و نیوه‌تیره‌که‌ی 33 cm ، ئەو دە‌زووی به دە‌وری خلۆکه‌که لولدرابوو به هێزی 15 N راکێشرا. وێنه (8-13) بێنرا خلۆکه‌که له وه‌ستانه‌وه ده‌ستی به خولدان کرد به گۆشه تاودانیکی رێک، دوا‌ی 3 s گۆشه خێراییه‌که‌ی گه‌یشته 30 rad/s ئە‌گەر زه‌بری لێ‌کشاندن له ته‌وه‌ره‌که‌ی خولدانیدا 1.1 m.N بێت. زه‌بری بارنه‌گۆرینی خلۆکه‌که دیار بکه.

شیکار:

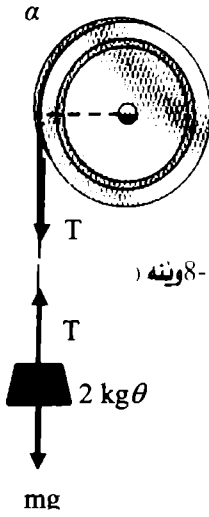
له‌به‌ر ئە‌وه‌ی ده‌توانین $\Sigma\tau$ و α بدۆزینه‌وه، ئینجا له ئە‌وانه‌وه ده‌توانین I بدۆزینه‌وه به‌کارهێنانی یاسای دووه‌می نیوتن له‌ جووله‌ی به‌خولدا.



وێنه (8-13)

$$\begin{aligned}\Sigma\tau &= 15 \times 0.33 - 1.1 \\ &= 3.85 \text{ m.N} \\ \omega_f &= \omega_i + \alpha t \\ 30 &= 0 + \alpha \times 3 \\ \alpha &= 10 \text{ rad/s}^2 \\ \Sigma\tau &= I \alpha \\ 3.85 &= I \times 10 \\ I &= 0.385 \text{ kg. m}^2\end{aligned}$$

نمونه :



8- وینه)

نه‌گه‌ر بارسته‌ی خلۆکه‌یه‌کی شیوه په‌پکه 1 kg بیت و نیوه‌تیره‌که‌ی 0.4 m بیت، ده‌زوئکی سووکی له‌سه‌ر هه‌لبکریت. ئینجا به‌سه‌ره به‌ره‌للاکه‌ی ده‌زووه‌که سه‌نگی 2 kg هه‌لواسریت و وازی لیبه‌ینریت له وه‌ستانه‌وه ده‌ست به‌جووله بکات. I بری هه‌ر یه‌که له تاودانی به‌هێلی سه‌نگه‌که و گوشه تاودانی خلۆکه‌که چه‌نده ؟ 2 گرژی ده‌زووه‌که چه‌نده ؟

شیکار :

بۆ شیکارکردنی ئەم پرسیاره خلۆکه‌که و سه‌نگه‌که له یه‌کتری جیا‌ده‌که‌ینه‌وه ته‌ماشای هه‌ریه‌کیان به‌ته‌نیا ده‌که‌ین وه‌ ئه‌و هه‌یزانه دیار ده‌خه‌ین که کار له هه‌ریه‌کیان ده‌که‌ن.

به‌گوێره‌ی خلۆکه‌که. گرژی ده‌زووه‌که T ، ده‌بیتته هه‌یزکی لێکه‌وته گوشه تاودانی \propto ده‌دات به‌خلۆکه‌که، زه‌بری بارنه‌گۆرپنی خلۆکه‌که‌ش I یه‌. به‌ به‌کاره‌ینانی یاسای دووه‌می نیوتن له‌جووله‌ی به‌خولدا.

$$\tau = I \alpha$$

$$F_{tan} R = \left[\frac{1}{2} m R^2 \right] \alpha$$

$$T \times 0.4 = \left[\frac{1}{2} \times 1 \times (0.4)^2 \right] \alpha$$

$$T = 0.2 \alpha \dots\dots\dots I$$

به‌گوێره‌ی سه‌نگه‌که، دوو هه‌یز کاری تیده‌که‌ن. یه‌که‌میان کیشی خۆی به‌ره‌و خوار mg ، دووه‌میان گرژی ده‌زووه‌که T به‌ره‌و سه‌ر به‌رئه‌نجامی ئەم دوو هه‌یزه تاودانی به‌هێل a ده‌دات به‌سه‌نگه‌که، به‌ به‌کاره‌ینانی یاسای نیوتنی دووه‌م له‌جووله‌ی گواستنه‌وه‌بیدا.

$$F = m a$$

$$mg - T = m a$$

$$2 \times 9.8 - T = 2 a$$

$$19.6 - T = 2 a \dots\dots\dots(2)$$

په یوه نډی نیوان تاودانی به هیڅ و تاودانی گوشه یی نه مه یه .

$$a = \alpha R$$

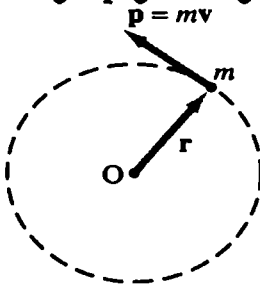
$$a = 0.4 \alpha \dots\dots\dots(3)$$

به شیکارکردنی نه م سى هاوکیښه پیکه وهییه دهرده چیت .

$$a = 7.84 \text{ m/s}^2, \alpha = 19.6 \text{ rad/s}^2, T = 7.8 \text{ N}$$

(8-6) گوشه ته وژم Angular Momentum

ته وژمی به هیڅی ته نیک له جوولای گواستنه ودها، پیناسه ده کریت به سره نجامی لیکدانی بارسته و خیرایی ته نه که . $P = m V$. به لام له جوولای به خولدا گوشه ته وژمی ته تولا که یه که به ده وری ته وری خولدانه ویدا ده کاته زه بری ته وژمی به هیڅی نه م ته تولا که یه به ده وری هه مان ته وهر . له وینه (8-14) . ته تولا که یه که بارسته که ی m له بازنه یه کدا نیوه تیره که ی (r) به گوپی V به ده وری ته وری O ده سووړیته وده، له بهر نه وده هیڅ ته وژمی نه م ته تولا که یه ده کاته سره نه نجامی لیکدانی بارسته ی ته تولا که که و لیکه و ته



وینه (8-14)

گوشه ته وژمی ته تولا که یه که m که له بازنه یه که نیوه تیره r به خیرایی v ده سووړیته وده، ده کاته : $L = r \times m v$

$$P = m V_{tan} \text{ . خیراییه که ی}$$

به پئی پیناسه ی گوشه ته وژمی (L) ته تولا که یه که به ده وری O دا که ده کاته زه بری ته وژمی به هیڅی ته تولا که که به ده وری هه مان ته وهر .

$$\therefore L = (m V_{tan}) r \quad \text{كهواته}$$

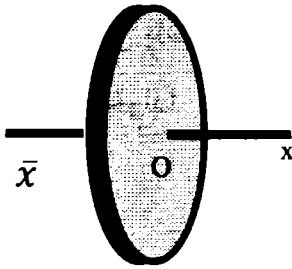
$$V_{tan} = \omega r \quad \text{به لام}$$

$$L = (m \omega r) r = \omega m r^2$$

$$m r^2 = I \quad \text{به لام}$$

$$\therefore L = I \omega \quad \dots\dots\dots(8-14)$$

كهواته گوشه ته وژمی (L) ته ټولكه يه كه به ده وړی ته وړيكد ا ده كاته سرته دجامی ليكدان زه بری بارنه كړپینی ته ټولكه كه به ده وړی ته وړه كه دا جاران گوشه خیراییه كه ی ω .



وینه (8-15)

نه گره ته نه كه ره هنده دار بیت، به ده وړی ته وړی \bar{x} x بخولیته وه. نه وا گوشه ته وژمی نه م ته نه به ده وړی O ده كاته سرجه می گوشه ته وژمی هه موو نه و ته ټولكانه ی ته نه كه ی لیپكه اتوو به ده وړی هه مان ته وړه.

$$\therefore L = m_1 r_1^2 \omega + m_2 r_2^2 \omega + \dots\dots\dots$$

له بهر نه وه ی گوشه خیرایي ω هه موو ته ټولكه كانی ته نه كه یه كسانن:

$$L = \omega (m_1 r^2 + m_2 r_2^2 + \dots)$$

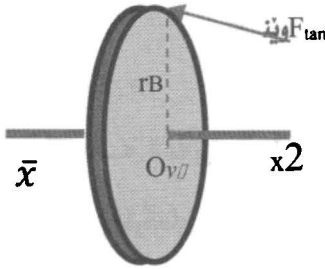
$$L = \omega (I_1 + I_2 + \dots\dots\dots)$$

$$L = I \omega \quad \dots\dots\dots(8-15)$$

لیره دا I زه بری بارنه كړپینی ته نه كه یه $kg.m^2$ و ω گوشه خیراییه كه یه تی rad/s . یه كه ی پیوانی گوشه ته وژم L ده بیته $kg.m^2/s$ گوشه ته وژم بریكي ناراسته یی، به تیراسایه ك دهنوینرئ تهریب بیت به ته وړی خولدان ناراسته كه شی به پتی یاسای دهستی راست دیاری ده كړیت.

(8-7) په یوه نښه نیوان گۆشه ته وړم و گۆشه پال

Relation Between Angular Momentum and Angular Impulse



ویننه (8-16) گۆشه پال ده بیته هوی
گۆرانی گۆشه ته وړم ΔPB

له ویننه (8-16) دا، هیژیکي لیکه وته F_{tan} کار له لیواری ره وره وهیک ده کات نیو تیره که ی r . زه بری ئهم هیژه $(\tau = F_{tan} r)$ گۆشه خیرایی ره وره وه که به گۆشه تاودانیکی ریک ω ، له ω_i بۆ ω_f به ماوه ی Δt چرکه ده گۆریت. به به کارهینانی یاسای دووه می نیوتن له جووله ی به خولدا.

$$\begin{aligned}\tau &= I \alpha \\ \alpha &= \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t} \\ \tau &= I \times \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t}\end{aligned}$$

$$\tau \Delta t = I \omega_f - I \omega_i \dots \dots \dots (8-16)$$

به سه ره نجامی لیکدانی زه بر τ و کاتی کارکردنی زه بر که Δt ده گوتری گۆشه پال. *Angular impulse*، یه که ی پیوانه که شی هه مان یه که ی پیوانی گۆشه ته وړم $kg.m^2/s$ یا $m.N.s$ یه. وه به $(I \omega_f - I \omega_i)$ ده گوتری گۆپان له گۆشه ته وړم دا ΔL . که واته:

گۆشه پال = گۆپان له گۆشه ته وړم

$$\tau \Delta t = \Delta L \dots \dots \dots (8-17)$$

که واته گۆشه پال ده بیته هوی په یدابوونی گۆپان له گۆشه ته وړم.

نمونه :

بەپێی مۆدیلى بۆر بۆ گەردىلە، ئەلیکتورن كە بارستەكەى $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ، لە خولگەيەكى بازەيى بە دەورى ناوك دا دەسووڤتەو، ئەگەر نيوەتيرەى خولگەكە $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ بێت ئەلیكتروئەكەش بە ماوەى $1.51 \times 10^{-16} \text{ s}$ يەك خول تەواو بكات، ئايا گۆشە تەوژمى ئەم ئەلیكتروئە لەم خولگەيەدا چەندە؟

شيكار:

$$L = I \omega$$

$$I = m r^2 = (9.11 \times 10^{-31}) (0.53 \times 10^{-10})^2$$

$$I = 2.56 \times 10^{-51} \text{ kg. m}^2$$

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{6.284}{1.51 \times 10^{-16}} = 4.16 \times 10^{16} \text{ rad/s}$$

$$\therefore L = 2.56 \times 10^{-51} \times 4.16 \times 10^{16}$$

$$L = 1.06 \times 10^{-34} \text{ kg. m}^2/\text{s}$$

نمونه :

چەند زەبر پىڤويستە بۆ گۆپىنى گۆشە خىرايى رۆتورى (ناوك) مۆتۆرپىكى كارەبايى لە 600 rev/min بۆ 1200 rev/min لە 2 s چركەدا. ئەگەر زەبرى بارنەگۆپىنى رۆتۆرەكە 5 kg.m^2 بێت.

شيكار:

$$\omega_i = 600 \text{ rev/s} = 62.84 \text{ rad/s}$$

$$\omega_f = 1200 \text{ rev/s} = 125.68 \text{ rad/s}$$

$$\tau \Delta t = I \omega_f - I \omega_i$$

$$\tau \times 2 = 5 \times 125.68 - 5 \times 62.84$$

$$\tau = 157.1 \text{ m. N}$$

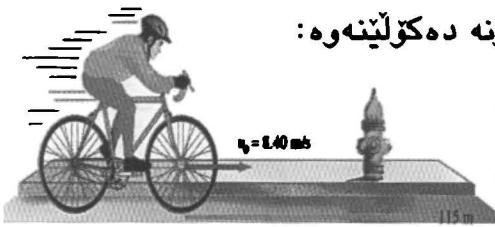
(8-8) یاسای پاراستنی گۆشه ته وژم

Law of conservation of angular momentum

یاسای پاراستنی گۆشه ته وژمی ته نیک یان کۆمه له ته نیک له جووله ی به خولدا، هاوشتیوه ی یاسای پاراستنی ته وژمه له جووله ی به هیلدا که له به ندی (5-6) دا روونکراوه ته وه. ده قی یاسای پاراستنی گۆشه ته وژم ده لیت. نه گهر به رنه نجامی نه و زه برانه ی کار له سیسته میک ده که ن سفر بیّت، نه و گۆشه ته وژمی نه و سیسته مه به نه گۆپی ده مینیتته وه، هه رچه نده گۆپانیش له ناوه وه ی سیسته مه که روویدات.

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f \dots\dots\dots (8-18) \quad \text{که واته:}$$

به پیتی نه م یاسایه، نه گهر ته نیک له باری خولانه وه بیّت و به رنه نجامی نه و زه برانه ی کار له ته نه که ده که ن سفر بیّت، نه و نه م ته نه له سه ر گۆشه خیراییه سه ره تاییه که ی خۆی به برۆ به ئاراسته ده مینیتته وه. مه به ست له ئاراسته نه وه یه که ئاراسته ی ته وه ری خولانه وه ناگۆپیت یان به مانایه کی تر نه و رووته خته ی ته نه که تیایدا ده خولیتته وه ده پاریزیت، ئیستاکه ش بۆ روونکردنه وه ی نه م یاسایه له سی نمونه ده کۆلینته وه:



(a) Bike as seen from the ground ($v = 0$).

وینه (8-17)

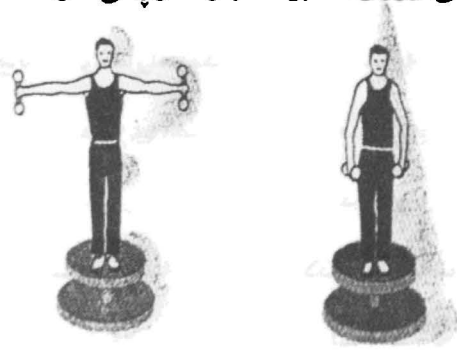
تایه ی بایسکل ئاراسته ی گۆشه خیراییه که ی ده پاریزیت و له رووته ختی خولانه ویدا ده مینیتته وه.

1- تایه ی بایسکل له کاتی خولانه وه ییدا رووته خته که ی خولانه وه ی ده پاریزیت. نه م رووته خته ناگۆپیت تاکو له ته نیشته وه زه بریک کاری تیننه کات.

چونکه هه موو ره و ره وه یه کی خولاه به رده وامی هه یه له سه ر پاراستنی ئاراسته ی ته وه ره ی خولانه وه ی، واته پاراستنی نه و رووته خته ی تیادا

دەخولیتەو، ھەر ئەم پاراستنی رووتەختی خولانەو، یارمەتی پائەسکل سوار دەدات بۆ ھاوسەنگبوونی لەسەر پائەسکلی جولاو. وینە (8-17)

2- کاتێک هیچ زەبریکی دەرەکی کار لە تەنێکی جولاو ناکات. ئەوا گۆشە خێرای ئەم تەنە ناگۆرێت، بەلام لەم بارەدا چۆنیەتی دابەشبوونی بارسەتی تەنەکە بە گۆرەیی تەویری خولان کارێکی زۆری دەبێت بۆ گۆرانی گۆشە خێرایەکی.



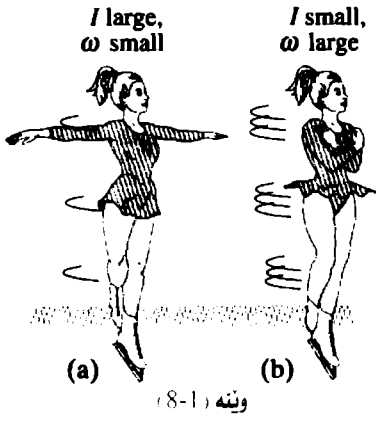
وینە (8-18)

پاراستنی گۆشە تەوژم بە دەوری تەویری جیگیدا

لە وینە (8-18) دا پیاویک لەسەر مێزێکی خولخۆر (turntable) وەستاو ھەردوو دەستەکانی بۆ دەرەو درێژکردووە و مێزەکش بە گۆشە خێرایەکی دیاریکراو دەخولیتەو.

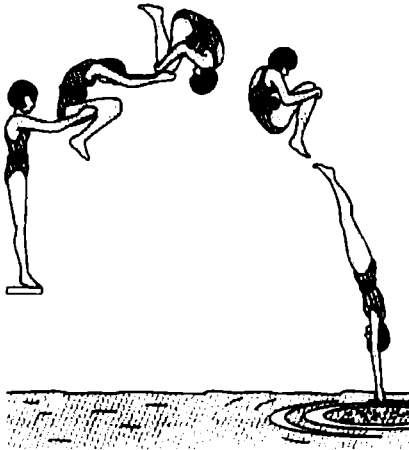
کە پیاوێک دەستەکانی بۆ خوارەو دەهێنێت دەبینین گۆشە خێرایەکی زیاد دەکات ئەمەش لەبەر ئەوەیە، کاتێک پیاوێک دەستەکانی بۆ دەرەو درێژکردۆتەو زەبری بارنەگۆرینەکی زۆرە و گۆشە خێرایەکی کەم، کەچی کە دەستەکانی دەهێنێتە خوارەو زەبری بارنەگۆرینەکی زیاد دەکات، وە بەپێی یاسای $I_i \omega_i = I_f \omega_f$ ، دەبێت گۆشە خێرایەکی زیاد بکات، بۆ ئەوەی بپرسێت گۆشە تەوژمەکی لە ھەردوو حالدا وەك خۆی بمینیتەو.

3- ئەگەر سەرنجی ئەو کێژە وینە (8-19) بدەیت. کە ھەردوو باسکی بۆ دەرەو درێژکردووە لەسەر سەھۆل بە گۆشە خێرایەکی دیاریکراو بە دەوری خۆی دەخولیتەو.



خلیسکینه ریک له سەر سه هول خول به خوی ددات.
یاسای پاراستنی ته وژم ددهسلینیت: I a گه ورمیه.

کاتیك ئەم کیزه دووباسکه که ی دههینیتیه وه
خواره وه دههینیت گۆشه خیراییه که ی زیاد
دهکات، هۆی ئەمهش، ئەمهیه، به هینانه
خواره وه ی دهستهکانی زهبری
بارنه گۆرینه که ی کهم دهکات، وه به پئی
یاسای پاراستنی گۆشه ته وژم گۆشه
خیراییه که ی زیاد دهکات بۆ ئەوه ی گۆشه
ته وژمه که ی وهك خۆی بمینیتیه وه.



وینہ (8-1) کیزه که خۆی ویکدههینیتیه وه خیراتر
دهخولیتیه وه له وه ی که خۆی دریز دهکاته وه. گۆشه ته وژم
ده پاریزریت.

4- له وینہ (8-20)، کیزیک له سەر
تهخته که ی حه وزیکی مه له وانی خۆی
ده هاوینریت و به گۆشه خیراییه که ی
دیاریکراو به ده وری چهقه
قورساییه که ی، تهخته که جیده هیلیت له
ریزه وه که ی له هه وادا هیچ زه بریکی
ده ره کی خولینهر به ده وری چهقه
قورساییه که ی کاری تیناکات، بۆیه بری
گۆشه ته وژمه که ی ناگۆریت.

به لام به ویکهینانه وه ی دهست و قاچهکانی، زه بری بارنه گۆرینی کهم ده بیت.
به پئی یاسای پاراستنی ته وژم (هاوکیشه 8-18) گۆشه خیراییه که ی
زیاده ده بیت. له کوتایی ریزه وه کهیدا دهست و قاچهکانی بۆ ده ره وه دریز
دهکات له ئەنجامدا زه بری بارنه گۆرینی زۆر ده بیت. به پئی هه مان هاوکیشه

(8-18)، گوشه خیراییه که ی که م ده بیت، واته تی کپایی خولانه وه ی که م

ده بیت و ئینجا نقومی ئاوه که ده بیت بی ئه وه ی زوری بپرژینیت.

نموونه:

که سیك له سه ر میژیکی خولخۆر وه ستاوه، دوو دهسته که ی له ته نیشته تی،

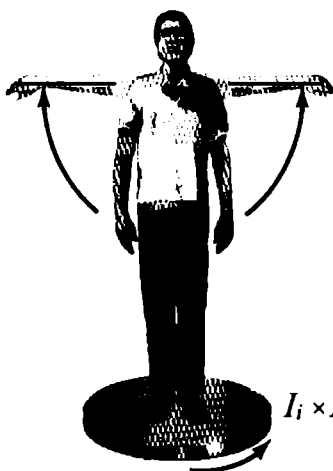
به گوشه خیرایی 1.3 rev/s خولده دات، ئیستا که که سه که دوو دهسته که ی

به رز ده کاته وه به ئاسویی رایانده گریت. گوشه خیراییه که ی بۆ 0.8 rev/s

که م ده کات. به چ ریژه یه که زه بری بارنه گۆپین ئه م که سه زیادی کردوه.

وینه (8-21)

شیکار:



وینه (8-21)

گریمان زه بری بارنه گۆپینی که سه که له یه که م باردا I_i

گریمان زه بری بارنه گۆپینی که سه که له دووم باردا I_f

گوشه خیرایی که سه که له باری یه که مدا ω_i

گوشه خیرایی که سه که له باری دوومدا ω_f

$$\omega_i = \frac{1.3 \times 2\pi}{1} = 1.3 \times 2\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega_f = \frac{0.8 \times 2\pi}{1} = 0.8 \times 2\pi \text{ rad/s}$$

$$\therefore I_i \omega_i = I_f \omega_f$$

$$I_i \times 1.3 \times 2\pi = I_f \times 0.8 \times 2\pi$$

$$\frac{I_f}{I_i} = \frac{13}{8} = 1.625$$

نموونه:

دوو په پکه به ده وری هه مان ته وهر ده خولینه وه. ده توانریت به یه کتری

جووت بکرتین و وه که یه که ته ن بخولینه وه. زه بری بارنه گۆپینی په پکه ی

یه که م $3.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ وه (450 rev/min) خول له ده قیقه یه کدا ده دات به

ئاراسته ی پیچه وانه ی جووله ی میلی سعات. زه بری بارنه گۆپینی په پکه ی

دووم $6.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ وه (900 rev/min) خول له ده قیقه یه کدا ده دات به

ئاراستەى جوولەى مىلى سعات ئايا دواى جوتوبونيان گوشە خىراىى
 هاوبەشيان دەبىتە چەند؟ ئاراستەكەشى چۆنە؟
 شىكار:

$$I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 = (I_1 + I_2) \omega$$

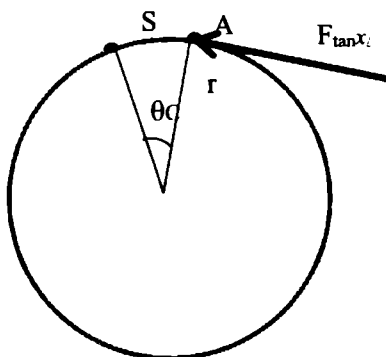
$$+ 3.3 \times \frac{450 \times 2\pi}{60} - 6.6 \times \frac{900 \times 2\pi}{60} = (3.3 + 6.6) \times \frac{rev \times 2\pi}{60}$$

بە ئاراستەى جوولەى مىلى سعات $rev = -450 \text{ rev/min}$

(8-9) ئىش، توانا، وزە، لە جوولەى بە خولدا

Work, power and Energy in rotational motion

۱- ئىش لە جوولەى بە خولدا



لە جوولەى بە ھىلدا فىرى ئەوە بووین کە
 ئىش سەرئەنجامى لىكدانى ژمارەى ھىزو
 لادانە. لە جوولەى بە خولیشدا ئەگەر
 زەبرىكى نەگۆر، تەنیک بۆ گوشە لادانى θ
 بخولینیتەو، ئەوا ئىشیک
 لە لایەن زەبرەکەو

وینە (8-22) زەبرى F_{tan} بە دوورى O دا
 ئىشى بە خول جىبە جىدەكات.

جىبەجى دەكریت. لە وینە (8-22) دا ھىزىكى لىكەوتە F_{tan} لە دوورى r لە
 تەوەرى خولدانەو، كار لە خالى A دەكات و بۆ لادانى S دەيجولینیت،
 درىژى كەوانەىەكى زۆر بچووك بەرامبەرە بە گوشە لادانى θ . بېرى ئەو
 ئىشەى لىكەوتە ھىزى (F_{tan}) جىبەجى دەكات:

$$W = F_{tan} \times S$$

$$S = r\theta \quad \text{بە لام}$$

$$\therefore W = F_{tan} r\theta$$

$$\tau = F_{tan} r \quad \text{بە لام}$$

$$\therefore W = \tau \theta \dots\dots\dots (8-19)$$

هاوکیشه (8-19) بری ئیش له جوولهی به خولدا هه ژمار دهکات که دهکاته سه رنه نجامی لیکدانی ژمارهیی زه بیهو گوشه لادان.

له نیزامی SI، کاتیڤ زه بر به یه کهی $m.N$ ده پیوریت ئه و ئیش به جوول ده رده چیت، وه له نیزامی cgs دا زه بر به $Cm. dyn$ ده پیوریت، ئیش به ئیرگ erg ده رده چیت.

۲- توانا له جوولهی به خولدا.

له بهر نه وهی توانا بری ئیشی جیبه جیکراوه له یه کهی کاتدا.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$P = \frac{\tau \Delta \theta}{\Delta t} = \tau \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$P = \tau \omega \dots\dots\dots 8-20$$

له نیزامی SI یه کهی توانا به وات ده بیت.

۳- جووله وزه له جوولهی به خولدا.

به فه راموشکرینی لیکخشاندن، بری نه و ئیشی له لایه ن زه بریکه وه ده کریت هه مووی بژ جووله وزه ی به خول ده کریت.

لیکه پی، زه بریکی نه گۆر τ کار له ته نیتی خولاه بکات، گوشه خیراییه که له ω_i بۆ ω_f به ماوهی t س چرکه بگۆریت، له م ماوه شدا گوشه لادانی θ بپریت.

$$\therefore W = \tau \theta$$

$$\tau = I \propto \text{به لام}$$

$$\theta = \frac{\omega_f^2 - \omega_i^2}{2\alpha} \text{ وه}$$

به له جیاتی دانان

$$W = I \propto \frac{\omega_f^2 - \omega_i^2}{2\alpha}$$

$$W = \frac{1}{2} I \omega_f^2 - \frac{1}{2} I \omega_i^2 \dots\dots\dots (8-20)$$

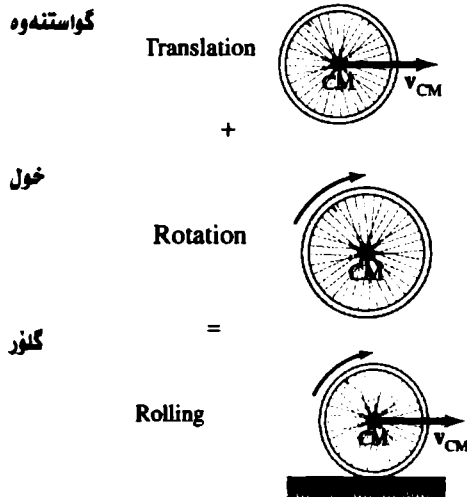
هاوكيشه (8-20) دهليټ، ئه وئيشه بى خولاندنه وهى ته نيك ده كړيټ،
به كسانه به گوران له جووله وزه به خولى ته نه كه .

نه گره ته نه كه له وه سټانه وه ده ست به خولانه وه بكات ئه وا
 $\omega_i = 0$ وه $\omega_f = \omega$ ، له م حاله ته دا، ω كړه خيږاي ته نه كه ده نوښت له هر
ساتيكا به گوږه ي باري وه ستان. كه واته جووله وزه ته نيكي خولاوه به
گوښه خيږاي ω به ده وري ته وه ريكي جيگير به گوږه ي باري وه ستان
ده كاته:

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2 \dots\dots\dots (8-21)$$

كاتيك I به $kg. m^2$ و ω به rad/s ده پيوريټ، k به جول J ده پيوريټ.
كاتيك ته نيك بى نمونه ويلي بايسكل له هر روويكي ناسوي به بى خليسكان
گلور ده بيته وه. وينه (8-23). ئه وا ئه م ته نه جووله وزه گواسته وه ي و
جووله وزه به خولى ده بيت، له راستيدا جووله وزه گشتي ده كاته:

$$K_{گشتي} = \frac{1}{2} M V_{cm}^2 + \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2 \dots\dots (8-22)$$



وينه (8-27)

ويليك بينخيسكان گلور ده بيته وه، دوو جووله ي ده بيت
گواسته وه ي و به خول

نه م ش بزان، ته نى گلور بڼه هېچ
له جووله وزه به خولو كه ي له دږي
ليڅخشان دن نافه وتيټ. ليږه دا. V_{cm}
خيږاي به هيلي چه قى بارسته ي
ته نه كه ي وه I_{cm} زه بري بارنه گوږيني
ته نه كه ي به ده وري نه وه وه ي به
چه قى بارسته دا ده پوات. ω گوښه
خيږاي و M بارسته ي ته نه كه يه .

نمونه :

رېډرېوه فريوېه کان (Fly wheels)، په پکې گه وېری خولاوه. له بهر گه وړه یی زه بری بارنه گورپینیان گوشه ته وژمیان ژوره. سوودیان لى ودرده گيریت بى نه وې نه هیلن، تا راده یه ك، گوشه ته وژمى مه كینه کان بگوریت.

ثایا بری نه و جووله وزه ی که ده توانریت له رېډرېوه یه کی فریودا خزن بکړیت بارسته کی 20000kg و نیوه تیره کی 10 m و به گوشه خیرایى 100 rev/min ده خولیته وه چنده ؟ (رېډرېوه که به شیوه ی په پکېه)

شیکار:

$$\omega = \frac{100 \times 2\pi}{60} = 10.5 \text{ rad/s}$$

$$I_{\text{پکې}} = \frac{1}{2} MR^2 = \frac{1}{2} \times 20000 \times (10)^2 = 10^6 \text{ kg.m}^2$$

$$I = 10^6 \text{ kg.m}^2$$

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (10)^6 (10.5)^2$$

$$K = 5.5 \times 10^7 \text{ J}$$

نه وېرې وزه له لایه ن سوبایه که وه توانا که ی 3000 w وات بیت به ماوه ی نزیکی 5 hr ساعات کارده بیت.

نمونه :

جووله وزه ی گشتی گویه ك بارسته کی 3kg، چنده، نه گهر له سر روویکی ئاسویى، بیخلیسکان گلوربیته وه، و خیرایى به هیللى چقی بارسته کی 2 m/s بیت.

شیکار:

$$K_{\text{گشتی}} = \frac{1}{2} M_{cm} V^2 + \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2$$

$$\omega = \frac{V}{R} \quad \text{به لام}$$

$$I_{\text{کر}} = \frac{2}{5} MR^2$$

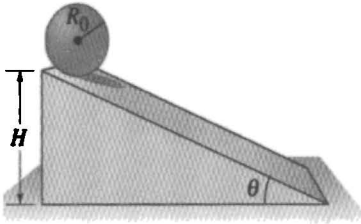
$$\therefore K_{\text{گشتی}} = \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} MR^2 \right) \left(\frac{V}{R} \right)^2$$

$$K_{\text{گشتی}} = \frac{7}{10} M V^2$$

$$K_{\text{گشتی}} = \left(\frac{7}{10} \right) (3)(2)^2 = 8.4 J$$

نمونہ :

خیرایی به هیلی چه قی بارسته ی گویه کی بارسته M و نیوه تیره R له دامینی روویکی لیژ چه نده. نه گهر له وه ستانه وه له به رزی شاولی H ده ست به گلۆربونه وه بکات بی ئه وه ی بخلیسکیّت. وه لامه کت به راورد بکه له گه لّ خیرایی ته نیک بارسته که ی M بیّت له هه مان به رزاییه وه به ره و خوار له سهر روویکی بیلیکخشاندن بخلیسکیّت. وینه (8-24).



وینه (8-24)

گویه ک له گردیکدا گلۆر ده بیته وه. جووله ووزی به خول و گواستنه وه یی هه یه

شیکار: یاسای پاراستنی وزه به کار ده هیّنین
جووله ووزی به هیل + جووله ووزی به خول = ماته ووزه

$$Mgh = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} M V^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} MR^2 \right) \left(\frac{V}{R} \right)^2 + \frac{1}{2} M V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{10}{7} gH}$$

سهر بکه، خیرایی به هیلی گویه که له دامینی روو لیژه که نه ده وه سستیته سهر بارسته و نه ده وه سستیته سهر نیوه تیره ی گویه که، ته نها ده وه سستیته سهر به رزی شاولی رووه لیژه که.

ده توانین ئه م خیراییه ی گویه که به خیرایی ته نیکی خلیسکاوی بیلیکخشاندن بی گلۆربونه وه به راورد بکه یین:

جووله ووزی به هیل = ماته ووزه

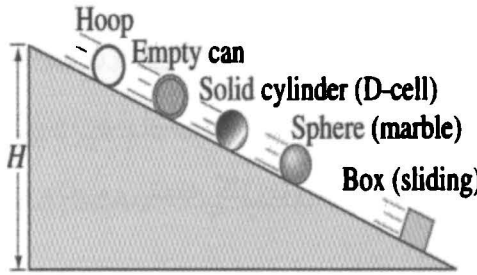
$$Mgh = \frac{1}{2} M V^2$$

$$V = \sqrt{2gH}$$

ئەم خىرايىيە لە ھى گۆيەكە گەورەترە، چونكە ھەموو ماتەوزەى تەنەكە، تەنھا بۆ جوولە وزەى بەھىل دەگۆرپىت، لە حالەتى گۆيەكە بەشىكى ماتە وزەكەى بۆ جوولە وزەى بەھىل دەگۆرپىت و بەشەكەى تىرى بۆ جوولە وزەى بەخول دەگۆرپىت.

كاميان خىراترىنە

لە وىنە (8-25). چەند تەنىك



وینە (8-25)

بىخلىسكان بەرەو خوارەوھى رۆيكى بەرزى شاولى H گۆر دەبنەوھ.

ھەمويان لە ھەمان ساتدا لە وەستانەوھ دەست بە جوولە

دەكەن. ئەم تەنانەش،

ئالغەيەكى تەنك، گۆ(ھەلمات).

لوولەكەى پتەو (پاتىرى وشك) لوولەكەى ناوپۆش، سندوقىكى بچووك (پاكىتى سابوون) ئەمەيان چەور دەكرىت تا بىلەكخشاندن بخلەسكىت، ئايا بە چ رىزبەندىك ئەم تەنانە بە دامىنى روو لىژەكە دەگەن.

ئەگەر ئەم تاقىكردنەوھ ئەنجام بدەين دەبينىن، بە ئەم رىچكەيە بە دامىنى روو لىژەكە دەگەن. سندوقەكە يەكەميانە (دەباتەوھ). ئىنجا گۆيەكە، لوولە پتەوھەك، لوولە ناو بۆشەكە، لە دواوھى ھەمويان ئالغەكەيە (دەدۆرپىنىت). دەزانين كە ماتە وزەى ھەر تەنىك لە سەرەوھى روو لىژەكە بۆ جوولە وزەى بەھىل و جوولە وزەى بەخول دەگۆرپىت.

$$Mgh = \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

له م هاوکیشه دا، ده بنین که جووله وزه ی به خول ده وه سستیته سهر زهبری بارنه گۆرین (واته چۆنیه تی دابه شبوونی بارسته به گۆیره ی ته وه ری خولدان). بۆیه نه م ته نه خولاوه ی زهبری بارنه گۆرینی زۆره . جووله وزه ی به خولی زۆر ده بیّت و جووله وزه ی به هیّلی که م ده بیّت له نه جامدا خیراییه به هیّله که ی که م ده بیّت و دوا ده که ویت، به گۆیره ی سندووقه که . هه موو ماته وزه که ی ته نها بۆ جووله وزه ی به هیّلی ده گۆریت، بۆیه خیراییه به هیّله که ی له هی هه مووان زیاتره ، زووتر به دامینی رووه که ده گات.

بزانه ، خیرایی به هیّلی له دامینی پوه لیژه که ناوه سستیته سهر بارسته و نیوه تیره ی ته نه گلۆربۆوه که .

(8-11) جووله ی هارمونی ساده (SHM) Simple Harmonic Motion



له به شی a له وینه (8-26) د

سیسته میك پیشاندراره پتی ده گوتریت + $x = 0$ $-x^2$



سیسته می (بارسته - سپرینگ

پیکهاتووه له ته نیک بارسته که ی (m) $+x$ $-x_m$ $x = 0$



x_m $-x - U$ $+x_m$ $+1$

وینه (8-26)

له جووله ی هارمونی ساده دا، هه ریه که له خیرایی و تاودان و هیزی گه رینه ره وه ده گۆرین به گۆرانی لادان له شونی سرموتنه وه .

سیسته میك پیشاندراره پتی ده گوتریت + $x = 0$ $-x^2$

سیسته می (بارسته - سپرینگ

پیکهاتووه له ته نیک بارسته که ی (m) $+x$ $-x_m$ $x = 0$

لایه کی سپرینگکی لوله یی به ستراو،

وه لایه که ی تری سپرینگه که به دیوار د

قایمکراوه . وا داده نیین که بارسته که

له سهر روویکی ئاسویی لیکخشاندن

فه رامۆشکراو ده جوولیت.

له به شی (a) وینه که دا، تهنه که له شوینی $x = 0$ دایه. هیچ هیژنکی ئاسوایی کار له تهنه که ناکات. تهنه که ش هاوسه نکه. ئهم شوینه ش $x = 0$ پیی ده گوتری شوینی سره وتن یان شوینی هاوسه نگیبون (equilibrium position). دابنی سپرینکه که ده په سستیوین به جولاندنی بارسته که له شوینی سره وتن وه بۆ شوینی $x = -x_m$ له ماوه ی په ستاندنه که، ئیش به سر سپرینکه که جیبه جی ده کریت ئهم ئیشه ش به شیوه ی ماته وزه ی جیری له سپرینکه که دا خزن ده بیټ له شوینی $x = -x_m$ سپرینکه که هیژنکه ده خاته سر بارسته که ده یه ویت بیگه پښتته وه شوینی سره وتن ($x = 0$). به م هیزه ش ده گوتری هیژی که پښه وه (Restoring Force). چونکه ده یه ویت بارسته که بۆ شوینی سره وتن بگه پښتته وه، ئهم هیزه ش، هیژی جیری سپرینکه که یه. له ئه نجامی شیواندن سپرینکه که په یدا ده بیټ، ئیستا که ئه گه ر بارسته که به ره للاً بکریت، بۆ ئه وه ی به سه ره سستی بجوولیت ده بینین تهنه که هاتو وچۆ ده کات له سه ر هیلیکی راست له نیوان ($-x_m$) و ($+x_m$). ئه گه ر به هو ی لیڅخشاندن وزه کارنه بیټ، ئه و تهنه که هه تا هه تایئ له سه ر هاتن و چوونه که ی به رده وام ده بیټ، به م جوړه جووله ش ده گوتری جووله ی به له ره.

ئیستا که ئه و زاراوانه پیناسه ده که ین که بۆ وه سفی جووله ی به له ره به کار دین.

جووله ی به له ره: Oscillatory Motion

جووله ی ئه و تهنه یه، له سه ر ریږه ویکی دیاریکراودا، له ماوه ی کاتی یه کساندا پیچه وانه ده بیټه وه.

لهری ته واو :

لهری ته واو: بریتیه له جوولهی ته نیکی لهر اوه له خالیکه وه به کسه ر
که پانه وهی بۆ هه مان خال به هه مان ئاراسته.
شوینی هاوسه نگبون. (خالی سره وتن) *equilibrium position*: خالیکه
ده که ویتته ناوه پاستی ریپه وی ته نی لهر اوه , له م خاله دا ته نه که هاوسه نگ
ده بیت.

کاته لهره *Period T* : نه و کاته به که ته نیکی لهر اوه ده یخاینیت بۆ
ته واو کردنی به که لهری ته واو.

لهره لهر *Frequency(f)* : ژماره ی نه و لهره ته واوانه به که ته نیکی لهر اوه
ده یكات له چرکه به کدا , به هیرتز ده پیوریت (HZ)

له پیناسه ی کاته لهره و لهره لهر نه م په یوه ندییه له نیوان T و f ده رده چیت.

$$f = \frac{1}{T} , T = \frac{1}{f}$$

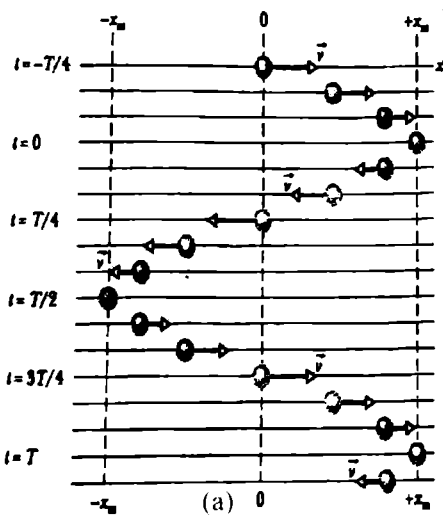
لادان (*Displacement*) : دوری ته نی لهر اوه به وه له شوینی سره وتنییه وه
له هه ساتیکدا.

فراوانی (*Amplitude*) : زۆرتین لادانی ته نی لهر اوه به له شوینی
سره وتنییه وه.

رهوکه (*phase*) : وه سفی باری لهرینه وهی ته نیکی لهر اوه به له رووی شوین و
ئاراسته ی جووله وه.

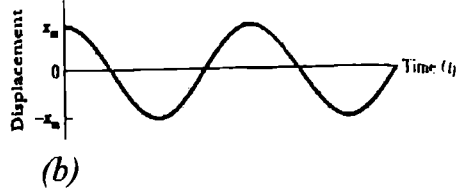
نه که ر دوو بپی لهر اوه به هه مان ئاراسته و به هه مان لهره لهر , له هه مان ساتدا
بگه ن به که وره ترین و که مترین نرخیان , نه وه ده لئین نه و دوو بپه گۆپاوه له
هه مان ره وکه دان (*in phase*) . نه که ر نا , نه وا جیاوازی په وکه له نیوانیاندا
هه به . (*phase difference*).

نئستاکه باسی باریکی تاییه تی جووله ی به لهره ده کهین، له جووله به لهره کانی تر به هندی سیفاتی دیاریکراو جیاده کریته وه. له رینه وهی سیسته می بارسته - سپرینگ که له وینه (8-26) دا نمایشکراوه، نمونه یه که له سهر ئه م جووله به لهره تاییه تیه، که پیی ده گوتری جووله ی هارمونی ساده *Simple Harmonic motion*، نئستاکه ش سیفاته کانی ئه م جووله هارمونی پیشانده دهین، تا له کوتاییدا شاره زایی ئه م جووله یه ببین و له پیناسه که ی تیبگهین.



وینه (8-27)

۱- لادانی جووله ی هارمونی ساده دا (x):



لادانی ته نی له راوه، بریتیه له دوری ته نه که له شوینی سره وتنیه وه. وینه (8-27a)، لادانه ساتیه کانی یه که له دوا یه کی ته نه له راوه که ی وینه 8-26) پیشان ده دات

شوینه یه که له دوا یه که کانی ته نیک به دوری خالی بنه رتی له سهر ته وری

x له نیوان دوو سنوور +xm و -xm هاتن و چون ده کات.

له کاتی له ره کردنی له سهر ته وری x له نیوان -xm و -xm به ده وری خالی سره وتندا (x = 0). بری لادانه که ش به تیپه ربوونی کات به پیی ئه م نه خشی (Function) ی خواره وه ده گوریت.

$$x = x_m \sin 2\pi f t \dots\dots\dots (8-23)$$

گرافي ئەم نەخشەيەش لە وێنە (8-28b) وە وێنە (8-28a) پيشاندراره x_m گەورەترین لادانی تەنە لە راوهکەيە پێی دەگوترى فراوانى *Aptitude* لەرینه وە.

۲- خیرایی جوولەى هارمۆنى سادە

خیرایی تەنیک جوولەى هارمۆنى سادە دەکات، بەندە بە لادانی تەنەکە لە شوینی سرەوتنیە وە. لە شوینی سرەوتندا تەنە لە راوهکە گەورەترین خیرایی دەبێت، بەلام ئەم خیراییە کەم دەبێت چەند لە شوینی سرەوتن دووربکەوێتە وە تا لە شوینی گەورەترین لادان (x_m و $-x_m$) خیراییەکەى دەبێتە سفر. لە وێنە (8-27) دا، تیراساکان برۆئاراستەى خیرایی تەنە لە راوهکە دەنوینن، خیراییەکە لە خالی سرەوتندا گەورەترینە. وە لە خالی $x_m \pm$ سفرە. گرافي خیرایی بەرامبەرەکان لە وێنە (8-28b) پيشاندراره.

۳- تاودانی جوولەى هارمۆنى سادەدا:

تاودانی تەنى جوولاو بە جوولەى هارمۆنى سادە، بەپێی لادانی تەنەکە دەگۆرێت، ئاراستەکەشى هەموو دەم بەرەو شوینی سرەوتن دەبێت. تاودان هاوڕێزە بە گەڵ لادان، نیشانەکەشى پێچەوانەى نیشانەى لادانە. لە شوینی سرەوتندا تاودانی تەنى لە راوه بە جوولەى هارمۆنى سادە سفرە، بەلام چەند لەو شوینە وە بە هەردوولا دووربکەوێتە وە تاودانەکەى زۆر دەبێت تاكو لە شوینی گەورەترین لادان $x_m \pm$ دەگاتە گەورەترین بر $a_m \pm$. وە چەند لە شوینی سرەوتن نزیک ببینە وە تاودانەکەى کەم دەکات. تا دەبێتە سفر لە شوینی سرەوتندا. گۆرانی تاودان بەرامبەر کات لە گرافي وێنە (8-28c) پيشاندراره.

۴- ھیزی کارتیگەر لہ جوولہی ھارمونی سادہدا .

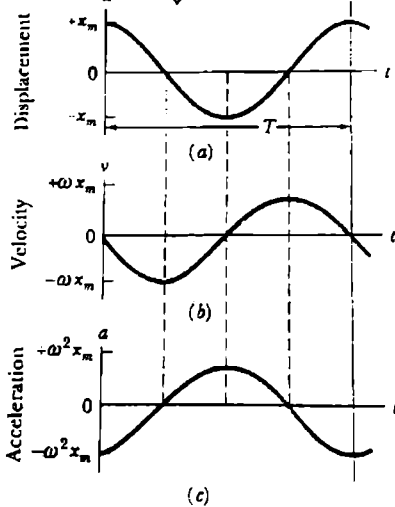
تہنی لہ راوہ بہ جوولہی ھارمونی سادہ تاودانی ھہیہ و زانیمان ئہم تاودانہش چۆن بہ گویرہی لادان دہگورپت، بہ پئی یاسای دووہمی نیوتن پیویستہ ھیزیک ھہ بیت کار لہ و تہنہ بکات تا ئہو تاودانہی پیبدات. ئہم ھیزہش ھاورپژہ دہ بیت لہ گہل لادان بہ ئاراستہی پیچہوانہی لادانہکہ دہ بیت. لہ وینہ (8-26) دا ئہو ھیزہی کار لہ بارسستہکہ دہکات، ھیزی جیری سپرینگہکہ یہ. (ھیزی گہ پینہ رەوہیہ)، ئہم ھیزہش لہ نیوان دوو سنوور، گہ ورتین ھیز بہ ئاراستہی مووجہب لہ شوینی $-x_m$ وہ گہ ورتین ھیز بہ ئاراستہی سالیب لہ شوینی $+x_m$ دہگورپت، لہ شوینی سرہوتندا ھیزہکہ سفرہ.

لہ راستیدا ئہو ھیزہ گہ پینہ رەوہی لہ گہل لادان ھاورپژہیہ بہ نیشانہش پیچہوانہیہ تی. یاسای ھۆک دہیگریتہ وہ.

$$F = - k x \dots\dots\dots (8-24)$$

لہ نمونہی وینہ (8-26). K دہ بیتہ نہگوری ھیزی سپرینگہکہ (Force

Constan). ئہو سپرینگہی رەقیہ تی زۆرہ (stiffness) نہگوری ھیزی k



وینہ (8-28)

a. لادانی $x(t)$ تہنۆکہ یہک بہ جوولہی ھارمونی سادہ لہردر
دہکات T کاتی یہک لہردی تہواو. b. خیرایی $v(t)$ تہنۆکہ یہ
c. تاودانی $a(t)$ تہنۆکہ یہ

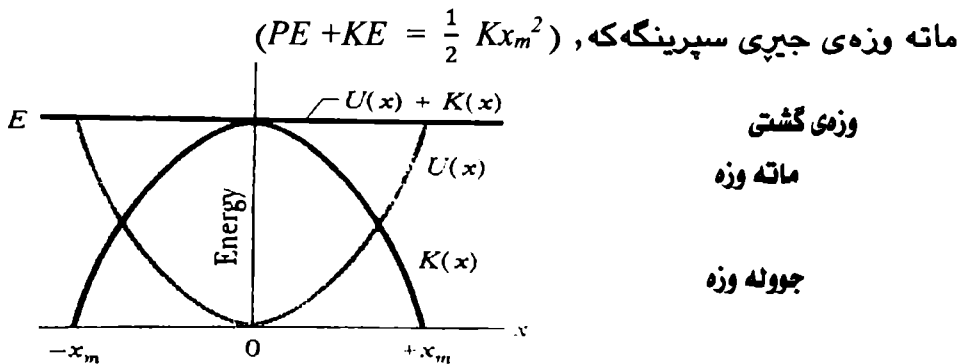
گہ ورتہیہ. لہ بہر ئہوہی $F = ma$

$$\therefore a = -\left(\frac{k}{m}\right)x \dots\dots\dots (8-25)$$

کەواتہ: ئیسٹاکہ، دہتوانین ھاوکیٹشہ (8-25) بۆ پیناسہکردنی جوولہی ھارمونی سادہ بہ کاربھینین (جوولہی ھارمونی سادہ، جوولہی بہ لہردی تہنۆکہ لہسەر ھیلکی راست، بہ جۆریک ھەریکە لہ ھیزی گہ پینہ رەوہو تاودان راستہوانہ دہگورپن لہ گہل لادان، ئاراستہی ھەردوکیان بہرہو شوینی سرہوتن دہ بیت.

۵- وزه له جووله ی هارومی ساده دا

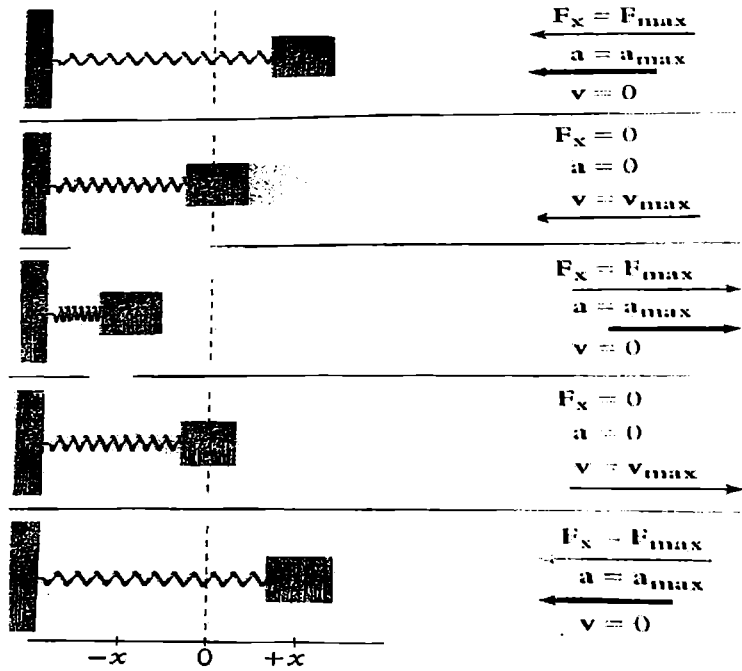
بۆ وینه (8-26) دهگه پینه وه، تاكو روونی بكهینه وه، چۆن وزه ی میكانیكی له سیستمی بارسته-سپرینگ دهگورپیت له كاتی له ره كردنی سیستمه كه، له شوینی گه و ره ترین لاداندا ($-x_m$) هه موو وزه ی سیستمه كه به شیوه ی ماته وزه ی جیری له سپرینگه كه دا هه لده گیریت، كه ته نه كه به ره و شوینی سره وتن ده جوولیت، ئه وا جووله وزه و ه رده گریت و سپرینگه كه ش ماته وزه كه ی كه م دهكات. تاكو له شوینی سره وتندا هه موو وزه ی سیستمه كه ده بیته جووله وزه له ته نه كه دا. وه كاتیك ته نه كه له شوینی سره وتن تیپه پرده بیته، جووله وزه ی ته نه كه كه م دهكات و ماته وزه ی جیری سپرینگه كه زیادهكات، له شوینی گه و ره ترین لاداندا $+x_m$ ، وزه ی سیستمه كه هه موو ده بیته ماته وزه ی جیری له سپرینگه كه دا، ئه م گورپینه وه ی وزه له نیوان ماته وزه ی جیری سپرینگه كه و جووله وزه ی بارسته كه له كاتی له ره كردنی سیستمه كه دووباره (تكرار) ده بیته وه وزه ی گشتی سیستمه كه ش جیگیره، به پیتی كات ناگورپیت، له هه ر خالیك له خاله كانی رپه وه كه ی دا، وزه ی گشتی ده كاته كۆی جووله وزه ی بارسته كه و



وینه (8-29a)

گرافی چۆنیته تی گۆرانی ماته وزه ی جیری و جووله وزه ی بارسته و وزه ی گشتی له سیستمی سپرینگ بارسته دا. له $x=0$ هه موو وزه كه به شیوه ی جووله وزه یه، وه له $x = \pm x_m$ هه موو وزه كه به شیوه ی ماته وزه ی جیری

له وینه (8-29a), گرافى چۆنیه تی گۆپانی ماته وزه و جووله وزه و وزه ی گشتی سیسته مه که به گویره ی شوین روون ده کاته وه.



وینه (8-29 b)

جووله ی هارمونی ساده ی سیسته می بارسته – سپرینگ تیایدا به ندیوونی هه ریه که له v , a , F به لادانه وه روون کراوته وه.

(8-12) کاته له ره ی سیسته می بارسته – سپرینگ

کاته له ره ی سیسته می بارسته – سپرینگ ده وه ستیته سه ره هه ریه که له بارسته ی ته نه که وه نه گوپی هیزی سپرینگه که. ته نیکی بارسته که وه تادانه که ی که متر ده بیته له تاودانی ته نیکی دی بارسته بچوک (بۆ سپرنگیکی دیاریکراو), بۆیه ته نی بارسته قورس کاتیکی زۆرتی ده ویت بۆ ته واوکردنی یه که له ره, له چاو ته نی بارسته سووک. که واته: که بارسته زیاد ده بیته کاته له ره ش زیاد ده بیته.

چەند نەگۆپى ھىزى (K) سىپرېنگىك گەورەبىت، سىپرېنگەكە رەقتەر دەبىت، بۆيە ھىزى پىيويست بۆپەستاوتن يان درىژكردنەوھى سىپرېنگەكە زۆرتەر دەبىت. كە ھىزىش گەورەتر دەبىت، تاودان زۆرتەر دەبىت لە ئەنجامدا كاتى پىيويست بۆ تەواوكردى يەك لەرە كەمترە دەبىت، بۆيە سىپرېنگىكى رەق كاتىكى كەمترى دەوېت بۆ تەواوكرنى يەك لەرە لە چاۋ سىپرېنگىكى دى نەرم كەواتە ھاۋكىشەى كاتە لەرەى سىستەمى بارستە —سىپرېنگ بىركارىانە بەم جۆرە دەبىت.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots\dots\dots(8-25)$$

m = بارستەى تەنەكە بە kg . k = نەگۆپى ھىزى سىپرېنگەكە بە N/m .
 T = كاتە لەرە بە چركە .

نەوونە :

سىستەمىكى بارستە —سىپرېنگى لەراو، بە لەرەلەرى 6 Hz نە گۆپى ھىزى سىپرېنگەكە 200 N/m . ئايا بارستەى تەنەكەى بە سىپرېنگەكە بەستراو، چەندە؟ گوشە لەرەى سىستەمەكە چەندە؟

شىكار:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{f} = \frac{1}{6} = 0.167\text{ s} \\ T &= 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \\ 0.167 &= 2 \times 3.142 \times \sqrt{\frac{m}{200}} \\ m &= 0.14\text{ kg} \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.142}{0.167} = 37.6\text{ rad/s} \end{aligned}$$

Relation Between circular Motion and S.H.M.

once around
in time T

وننه (8-29)

EP خیرایی، CB تاودانی، جوولهی
 هارمونی سادی خالی A دونین لهو ساتهی
 لادانه کهی (X) X

بۆ دەرھېنەنى ھاوکیڭشەکان بۆ
 حسیبکردنی خیرایی v و تاودانی a
 جوولەى ھارمۆنى سادەى خالى (A)
 بېروانە وینە $(8-29)$ ئەم سیڭوشانە
 ھاوشیوھن. POA , PDE , PBC لە Δ
 POA .

$$\sin \theta = \frac{AP}{OP} = \frac{\sqrt{r^2 - x^2}}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{OA}{OP} = \frac{x}{r}$$

 ΔPDE

$$v = v_t \sin \theta = v_t \frac{\sqrt{r^2 - x^2}}{r} \dots\dots(8-26)$$

$$v_t = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi f r \quad \text{به لام}$$

$$\therefore v = 2\pi f \sqrt{r^2 - x^2} = \frac{2\pi}{T} \sqrt{r^2 - x^2} \dots\dots (8-27)$$

r = فراوانی جوولہی ہارمونی سادہیہ (دہکاتہ نیوہ تیرہی بازنہ کہ)
 ΔPBC لہ

$$a = a_c \cos \theta = a_c \frac{x}{r}$$

$$a_c = \frac{v_t^2}{r} = 4\pi^2 f^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad \text{به لام}$$

$$\therefore a = -4\pi^2 f^2 x = -\frac{4\pi^2}{T^2} x \dots\dots\dots (8-28)$$

نیشانہ سالیبہ کہ. ٹامارہیہ بؤ ئوہی کہ x و a به ئاراستہ پیچہ وانہن.

ہیزی گہ پینہ رہوہ لہ جوولہی ہارمونی سادہا (F)، دہکاتہ

$$F = ma = -4\pi^2 m f^2 x = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} x \dots\dots (8-29)$$

دہبینیت، ہیزی (F) لہ گہ ل لادان (x) ہاویژن و پیچہ وانہن به ئاراستہ.

سہرنج : دہرہینانی ہاوکیٹشہی کاتہ لہرہی سیستہمی بارستہ - سپرینگ
 لہ جوولہی ہارمونی سادہا.

$$\therefore F = -kx$$

$$F = ma \quad \square \text{وہ}$$

$$\therefore F = m \left(-\frac{4\pi^2}{T^2} x \right)$$

$$\therefore m \left(-\frac{4\pi^2}{T^2} x \right) = -kx$$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

نموونہ :

کاتیٹک بارستہی 150 g به سپرینگیکی لوولہیی سووک ہہ لواسرا، (40 cm) ی
 دریژ کردہوہ، کاتہ لہرہی تہ نہ کہ چہند دہبیٹ ئہ گہر کہ میٹک بہرہو خوار
 رابکیشریٹ ئینجا بہرہ للا بکریٹ.

شیکار:

$$F = k x$$

نیشانه سالیبه که هه لده گیریت چونکه هیزی راکیشهر F به هه مان ئاراسته ی x .

$$(0.15) (9.81) = k (0.4)$$

$$k = 3.68 \text{ N/m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2 \times 3.142 \sqrt{\frac{0.15}{3.68}}$$

$$T = 1.26 \text{ s}$$

نمونه:

ته نیکی بارسته 2.5 kg , جو له ی هارمونی ساده دهکات. 3 لهره له چرکه یه کدا ته واو دهکات. ئه مانه بدۆزه ره وه له و ساته دا که 5 cm له شوینی سره وتنه وه لاده دات. a تاودانی ته نه که. b هیزی گه پینه ره وه.

شیکار:

$$a) \quad T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{3} = 0.33 \text{ s}$$

$$a = - \frac{4\pi^2}{T^2} x$$

$$a = - \frac{4(3.142)^2}{(0.33)^2} (0.05) = -18 \text{ m/s}^2$$

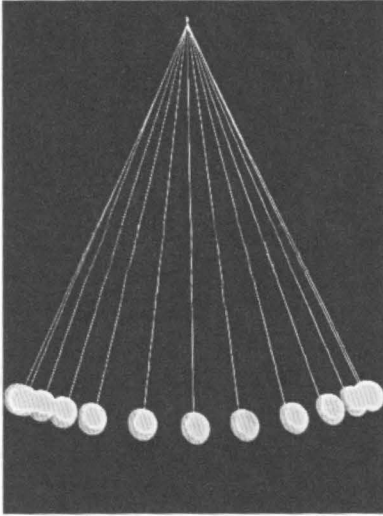
$$b) \quad F = ma$$

$$= (2.5)(-18) = -45 \text{ N}$$

(8-14) به ندولی ساده Simple Pendulum

به ندولی ساده له ته نیکی بچوکی هه لئاسراو به ده زویکی سووک پیکدیت, وا داده نیین که دریزی ده زوه که نه گۆره و بارسته که شی به گویره ی بارسته ی

گۆی به ندوله که زۆر که مه فه رامۆش ده کړیت، جوله ی هاتن و چوونی گۆی به ندول، له وینه (8-30) پشان دراوه، له جوله ی هارمۆنی ساده ده چیت.



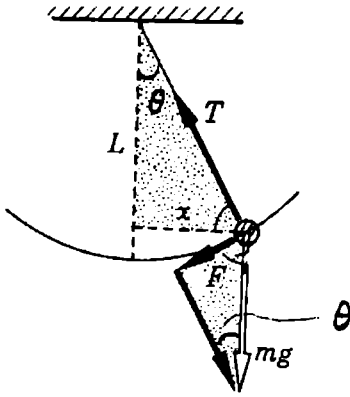
وینه (8-30)

وینه ی به ندوینکی له راوه ، به ماوه ی کاتی به کسان
وینه کان یه که له دوا ی یه که و مرگراون

به ندول له ریږه ویکي که وانه ی بازنه
له ره له ده کات. به فراوانی که یه کسان
بۆ هه ردو و لای خالی هاوسه نگبوونی،
چه ند گۆی به ندول له خالی
هاوسه نگبوون نزیك ده بیته وه، هیزی
که پینه ره وه و تاودان که م ده کات که چی
گوپه که ی زیاد ده کات. له خالی
هاوسه نگبووندا هیزی که پینه ره وه و
تاودان ده بن به سفر، گوپیش
که وره ترینه، وه له شوینی که وره ترینه
لادان هیزی که پینه ره وه و تاودان
که وره ترینه به لام گوپ ده بیته سفر.

نیستاکه ئه م پرسیاره ئاراسه ده که یه ن. ئایا له راستیدا جوله ی به ندول
جوله یه کی هارمۆنی ساده یه ؟

هه روه که کوتمان، گۆی به ندول له که وانه یه کی بازنه یی ده جوولیت. وینه (8-31).
دوو هیز کار له گۆی به ندول ده که ن. یه که میان کیشی خۆی به ره و
خوار mg و گرژی ده زوه که T . به لام T هه رده م ستونه له سه ر ئاراسته ی
جوله ی گۆی به ندوله که. هیچ پیکنه ری به ئاراسته ی ئه م جوله یه نیه، بۆیه
 T ناتوانیت گوپی گۆیه که نه زیاده و نه که می بکات. له راستیدا کیشی گۆی
به ندوله که کاریگه ری له سه ر جوله ی گۆیه که هه یه. پیکنه ری کیش، لیکه وت
بۆ که وانه بازنه ییه که ده بیته هیزی که پینه ره وه، لیکه وت ته تاودان به گۆی
به ندوله که ده دات.



وینہ (8-31)

نہ و دوو ہیزہ T و mg کار لہ بہ ندول
دہکن

$$\therefore F = -mg \sin \theta$$

نیشانہ سالیبہ کہ ٹاماژہ یہ کہ ہیزی F
کہ پینہ رہوہ ٹاراستہ کہی پیچہ وانہی گوشہ
لادانہ θ .

گوشہ θ نہ و گوشہ یہ کہ دہ زوی بہ ندول کہ
لہ گہل شاول دروستی دہکات. L دریژی
بہ ندول کہ یہ.

لہ وینہ کہ دا دہ بنین.

$$\sin \theta = \frac{x}{L}$$

$$\therefore F = -\frac{mg}{L} x \dots \dots \dots (8-29)$$

نہ م هاوکیشہش دہ شوبہیتہ یاسای هۆک: $F = -kx$ تہنہا لہوہ نہ بیت. لہ
یاسای هۆکدا, F و x پیچہ وانہی یہ کترن و دہ کہ ونہ سہر یہ ک هیلّی راست.
بہ لام لہ وینہ (8-31) دا F و x بہ تہواوی ناکہ ونہ سہر یہ ک هیلّی, نہ مہش
دہ بیتہ هۆی نہوہی کہ جوولہی بہ ندول بہ جوولہی هارمونی سادہ
داناندریت. تہنہا لہ و حالہ تہ نہ بیت کہ گوشہ لادانی بہ ندول کہ θ زۆر کہ م
بیت. نہوسا F و x دہ کہ ونہ سہر یہ ک هیلّی راست. جوولہی بہ ندول کہش لہ
جوولہی هارمونی نزیک دہ بیت, کہ واتہ کاتیّک بہ ندول کہ بہ فراوانیہ ک کہ م
بلہ ریتہوہ, لہ سہر کہ وانہ یہ کی بچووک هاتن و چوون بکات. نہ و کاتہ
جوولہ کہی بہ جوولہی هارمونی سادہ دادہ نریت.

بہ بہراورد کردنی هاوکیشہ (8-29) لہ گہل یاسای هۆک, دہ بنین کہ نہ گۆپی
سپرینگ k بۆ بہ ندول دہ کاتہ:

$$k = \frac{mg}{L}$$

به دانانی $\frac{mg}{L}$ له جیاتی k له یاسا گشتیه که ی کاته له ره له جو له ی هارمونی ساده، هاوکیشه (8-25)، دهرده چیت که T بۆ به ندول ده کاته:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \dots\dots\dots (8-30)$$

تیبینی بکه، کاته له ره ی به ندول ناوه ستیته سهر بارسته ی گزی به ندوله که، ته نها ده وه ستیته سهر دریژی به ندوله که L و تاودانی زهوی g . ئه م هاوکیشه به به کاردیت بۆ دهره یانی تاودانی زهوی به کردار له ههر شوینیک له سهر رووی زهوی و تاکو له هه ساره کانیشدا. ئه ویش به پیوانی دریژی به ندولیک و کاته له ره که ی. ئینجا g له هاوکیشه ی (8-30) حسیب ده کریت. (دریژی به ندول له خالی هه لواسینه وه بۆ چه قی بارسته ی گزی که یه تی).
نموونه:

به ندولیک دریژی به که ی $L = 3.98 \text{ m}$ ، له 100 چرکه دا 25 له ره ته واو ده کات، کاته له ره که ی چهنده؟ تاودانی زهوی له و شوینه دهره یینه.
شیکار:

$$\begin{aligned} T &= \frac{\text{کات}}{\text{ژماره ی له ره کان}} \\ T &= \frac{100}{25} = 4 \text{ s} \\ T &= 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \\ 4 &= 2(3.142) \sqrt{\frac{3.98}{g}} \\ 16 &= 4 (3.142)^2 \times \frac{3.98}{g} \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

(8-15) نائیرہ سادہ کان Simple Machines

نائیر، دہزگایہ کہ وزہی پیدہ دریت، بۆ ئه وهی ئه ویش بتوانیت ئیشک بۆ مه به سستیک ئه نجام بدات. نائیر نیه وزه له سه رچاوه یه که وه وه ربگریت. ئه و ئیشه ی نائیر ه که جیبه جی ده کات هیچ له و وزه زیاتر نابیت که وه ریده گریت. ئه و وزانه ی به نائیر ه کان ده درین جور جیاوازن. وه ک وزه ی میکانیکی، گهرمی کاره بای، کیمیایی، لیره دا ته نها باسی ئه و نائیرانه ده که یه که وزه ی میکانیکی به کار ده بن و ئیش له دژی هیزه میکانیکی ه کان به پیده که ن. به ئه م جور ه نائیرانه ده گوتری نائیر ه ساد ه کان، ئه مانه ش شه شن تویل، رووی لیژ، خلۆکه، ره وره وه و ته وه ر، برغو، پواز...

(8-16) سوودی میکانیکی راسته قینه Actual Mechanical Advantage

به کاره ی نانی نائیر له لایه ن که سیکه وه، بۆ ئه وه یه یارمه تی که سه که بدات بۆ ئه وه ی بتوانیت، بر، ئاراسته، یان شوینی کار کردنی، ئه و هیزه بگوریت که ده یخاته سه ر نائیریک به ریگایه کی گونجاو به مه به سستی به جیه ی نانی ئیشیکی دیاریکراو.

به ریزه ی نئیوان هیزی ده رچوو (output force) که نائیر ه که ده یخاته سه ر باره که ی (Load) بۆ هیزی تیچوو F_i Input Force. که له لایه ن که سه که وه ده خریته سه ر نائیر ه که، ده گوتری سوودی میکانیکی راسته قینه (AMA) (actual mechanical advantage). که واته:

$$AMA = \frac{F_o}{F_i}$$

بۆ نمونە، ئەگەر ئامپیریک ھەببەت وا بکات کە کەسیک بتوانبەت، تەنیک کیشەکەى 500 N بېت بە ھېزى 25 N بەرزى بکاتەو، ئەوا سوودی مېکانیکی راستەقینەى ئەم ئامپەرە دەکاتە:

$$AMA = \frac{F_o}{F_i} = \frac{500}{25} = 20$$

AMA زۆرترین ئامپەرەکان لەیەك زیاترن، ھى ھەندیکیان لەیەك کەمترن، وە ھېندیکى تریان تەنھا ئاراستەى ھېز دەگۆرن.

(8-17) سوودی مېکانیکی نمونەى $\text{Ideal Mechanical Advantage}$

لە ھەر ئامپیریکدا، بەھۆى کاریگەرەکانى لیکخشانندن، ھەردەم بېرى ئەو ئیشەى کە لەلایەن ئامپیریکەو ھەجىبەجى دەکریت، کەمترە، لەبېرى ئەو ئیشەى بەسەر ئامپەرە کە دادەکریت. بېرى ئیشى تېچوو (Input work) کە لەلایەن ھېزى F_i بەسەر ئامپەرە کە جىبەجى دەکریت، دەکاتە ئەنجامى لیکدانى F_i و ئەو دووریەى S_i کە تیايدا ئەم ھېزە کاردەکات. وە ئیشى دەرچوو Output work ، دەپپوریت بە ئەنجامى لیکدانى ھېزى دەرچوو F_o و ئەو دووریەى S_o کە ئەم ھېزە تیايدا کار دەکات. بۆیە:

$$F_o S_o < F_i S_i$$

$$\frac{F_o}{F_i} < \frac{S_i}{S_o}$$

کەواتە بۆ ھەر ئامپیریکى دیاریکراو پێژەى ھېز $\frac{F_o}{F_i}$ لە رێژەى دوورى $\frac{S_i}{S_o}$ کەمترە. بەلام ئەگەر کاریگەرى لیکخشانندن فەرامۆش بکریت ئەوا ئیشى دەرچوو یەكسان دەببەت بە ئیشى تېچوو.

و

$$\frac{F_o}{F_i} = \frac{S_i}{S_o}$$

S_i ئەو دورىيەيە كە ھىزى تىچوو F_i پايادا كاردەكات، S_o ئەو دورىيە كە ھىزى دەرچوو F_o پايادا كاردەكات، بە رىژەي نىوان S_i بىر S_o دەرگوتىرئ سوودى ميكانيكى نمونە (IMA)(Ideal Mechanical Advantage).

$$IMA = \frac{S_i}{S_o}$$

لەبەر ئەوئەي ئەم دوو ھىزە F_i و F_o لە ھەمان ماوئەي كاتيدا ئەم دوو دورىيە دەرپن بۆيە زۆر جاريش بە $\frac{S_i}{S_o}$ دەرگوتىرئ رىژەي خىرايى، Velocity ratio. لە تۆيلەكاندا. دەرئوانىن دەرپىخەين كە:

$$IMA = \frac{\text{باسكى ھىز}}{\text{باسكى بەرگر}}$$

(8-18) چوستى Efficiency

لەبەر بە فيرۆچوونى وزە بە ھۆي لىكخشاندىن، لە ھەموو ئامىرئىكدا ئەو ئىشە بەكەلكەي لەلايەن ئامىرئىكەو ھەيئەجى دەرگوتىرئ كەمترە لە بىرئ ئەو وزەي بە ئامىرئەكە دەرئىت. كەواتە بەپىي ياساى پاراستنى وزە.

وزەي تىچوو = وزەي دەرچوو + وزەي بە فيرۆچوو

چووستى ئامىر. پىناسە دەرگوتىرئ، بە رىژەي بىرئ ئەو ئىشەي لە ئامىرئەكەو دەرئەچىت بىرئ بىرئ ئەو ئىشەي بە ئامىرئەكە دەرئىت (ئىشى تىچوو)، وا باوھ كە ئەم رىژەيە لە 100 دەرئىت و بە رىژەي سەدى دەرپىرئىت. كەواتە

$$\text{چوستى} = \frac{\text{ئىشى دەرچوو}}{\text{ئىشى تىچوو}} \times 100$$

$$eff = \frac{F_o S_o}{F_i S_i} = \frac{\frac{F_o}{F_i}}{\frac{S_i}{S_o}} = \frac{AMA}{IMA}$$

چووستى ئەو ئامىرئە بەرزە، كە بەشكى زۆرى ئەو وزەي پىي دەرئىت بۆ بارەكەي (Load) بەكاربەھىتئىت و كەمىكى بە فيرۆ بچىت.

نمونه :

چوستی ریکخراویکی خلۆکان چەندە ، کاتیڤ، تەنێک کێشەکە ی 5000N بۆ بەرزى 3 m بەرزە کاتەوہ . بە بەکارهێنانی هێزێک 750 N بۆ دورى 30 m کاردەکات ؟
شیکار :

$$eff = \frac{F_o S_o}{F_i S_i}$$

$$eff = \frac{(5000)(3)}{(750)(30)} = 0.66 = 66\%$$

$$eff = \frac{AMA}{IMA} = \frac{\frac{F_o}{S_i}}{\frac{S_o}{S_i}} = \frac{6.6}{10} = 0.66 \%$$

نمونه :

سندوقێک کێشەکە ی 300N ، بەرەو سەری روێکی لیژ درێژییە کە 18m و بەرزیه کە ی 10 m . بە هێزی 225 N تەریب بۆ رووہ کە راکیشرا . چوستی ئەم رووہ لیژە چەندە ؟ هێزی راکیشانە کە دەبیێت بە چەند ئەگەر رووہ کە لووس بیێت (لێکخشاندن نەبیێت) .

شیکار :

$$eff = \frac{\text{نیشی دەرچوو}}{\text{نیشی تێچوو}}$$

$$eff = \frac{F_o S_o}{F_i S_i} = \frac{(300)(10)}{(225)(18)} = 0.74 = 74 \%$$

کاتیڤ لێکخشاندن فەرامۆش دەکریێت ، ئەوا

نیشی تێچوو = نیشی دەرچوو

$$F_i S_i = F_o S_o$$

$$F_i \times 18 = 300 \times 10$$

$$F_i = 166 N$$

پرسیار و راهینان

پا ۱: ناراسته‌ی گوشه خیرایی میلی چرکه ژمیری ساعتیکی هه‌لواسراو به دیواریکی شاولی دیاری بکه.

پا ۲: ئایا ده‌شیت گوشه خیرایی ره‌وپه‌وه‌یه‌ک بگوریت، به‌بی‌ئو‌وه‌ی بپی گوشه خیراییه‌که‌ی بگوریت؟

پا ۳: بیرکاریانه بسه‌لمینه: a) بپی‌ئو‌ئیشه خولانه‌وه‌ی له‌ماوه‌یه‌کی دیاریکراودا به‌سەر ته‌نیک خولاه دا ده‌کریت، یه‌کسان ده‌بیت به بپی‌ئو‌ جووله وزه خولانه‌وه‌ی ئو‌ته‌نه وه‌ریده‌گریت. b) یه‌که‌ی پتیوانی گوشه پال هه‌مان یه‌که‌ی پتیوانی گوشه ته‌وژمه.

پا ۴: بۆچی هاوسه‌نگببون له‌سەر بایسکلنکی جوولاه ئاسانتره له هاوسه‌نگببون له‌سەر بایسکلنکی وه‌ستاو؟

پا ۵: ئه‌گەر له هه‌مان ساتدا، ئه‌لقه‌یه‌کی ته‌نک و گۆیه‌کی پته‌وله لووتکه‌ی روویکی لیژی زه‌بره‌وه، بی‌خلیسکان گلۆر بوونه‌وه، کامیان له دامینی رووه‌که خیرایی به‌هیللی چه‌قی قورساییه‌که‌ی زیاتره؟

پا ۶: چۆنیه‌تی دابه‌شبوونی بارسته‌ی ته‌نیک به‌گۆیره‌ی ته‌وه‌ری خولدان، چ کارنک ده‌کاته سەر گوشه خیرایی ئو‌ته‌نه، کاتنک گوشه ته‌وژم پاریزراو بیت؟ ئه‌مه روون بکه‌وه.

پا ۷: په‌پکه‌یه‌ک به ده‌وری ته‌وه‌رنک (ستونه له‌سەر رووته‌ختی په‌پکه‌که‌و به چه‌قی بارسته‌که‌ی داده‌پوات) به گوشه خیراییه‌کی نه‌گۆر ده‌خولیته‌وه. ئایا ئو‌ته‌نۆلکانه‌ی په‌پکه‌که‌ پیکده‌هینن. a) هه‌مان لیکه‌وته خیراییان هه‌یه؟ b) هاوسه‌نگن؟ c) هه‌مان گوشه خیراییان هه‌یه؟

پ۸: ئايا ئو روروهى به گوشه تاودانىكى نه گۆر ده خولیتوه،
هاوسهنگه؟

پ۹: له پیشبرکيهكى نيوان دوو گو A و B . بارستهى A دوو هندی
بارستهى B به، نيوه تيرهى A دوو هندی نيوه تيرهى B به، له هه مان ساتدا
له لوتكهى روويكى ليژه وه گلۆربوونه وه. چى ده لیتیت دهر بارهى ئه نجامى
ئهم پیشبرکيه له دامینى رووه ليژه كه؟ روونى بکه وه.

پ۱۰: له پیشبرکيهكى نيوان ئالفه يهكى تهنگ و گۆيهكى پتهو، هه مان
بارسته و نيوه تيره يان هه به، له هه مان ساتدا له لوتكهى روويكى ليژه وه
گلۆربوونه وه. چى ده لیتیت دهر بارهى ئه نجامى ئهم پیشبرکيه له دامینى
رووه ليژه كه؟ وه لامه كهت بسه لمينه.

پ۱۱: له يه كه كانى پيوانى زه برو گوشه تاودانه وه، بسه لمينه، كه يه كهى
پيوانى زه برى بارنه گۆرين له نيزامى SI ده بيهته $kg \cdot m^2$.

پ۱۲: چه ند به ش له جووله وزهى گشتى په پکه يهكى گلۆربووه، جووله وزهى
به خوله و چه ند به شى جووله وزهى به هيله؟

پ۱۳: لووله كيكى پتهو، به ره و خوار له سه ر روويكى ليژ گلۆركرايه وه، ماوهى
كاتى هاتنه خواره وه كهى تيبينيكرا، پاشان كونيكى لووله يى به دريژايى
ته وه رى لووله كه كه تيايدا هه لکۆلدرا. ئينجا جاريكى دى گلۆركرايه وه. ئايا
كاتيكى كه متر، زياتر، يه كسانى ده ويئت بۆ گه يشتنى به دامینى رووه كه
ليژه كه.

پ۱۴: نه گه ر ژماره يهكى زۆرى خه لك بۆ هيللى يه كسانى كۆچ بکه ن، ئايا ئه مه
چ كاريك ده كاته سه ر دريژايى رۆژ.

پ۱۵: دابنئ تۆ له سەر لیواری میژیکی ئاسۆیی گهره ی خولاه وه، وهستاوی،

چی رووده دات ئه گهر تۆ به ره و چه قی میزه که رویشتی؟

پ۱۶: جیاوازی له نیوان لیکه و ته تاودان و چه قه تاودانی خالیک له سهر

ته نیکی خولاه چیه؟

پ۱۷: ره و ره وه یه کی فریو، *Fly Wheel*، به گوشه خیراییه کی نه گۆر

ده خولیته وه، ئایا خالیک لیواریه که ی، لیکه و ته تاودانی هیه؟ چه قه تاودانی

هیه؟

پ۱۸: ره و ره وه یه کی فریو، به گوشه تاودانیکی نه گۆر ده خولیته وه، ئایا

خالیک سهر لیواریه که ی، لیکه و ته تاودانی هیه؟ چه قه تاودانی هیه؟ ئایا

ئه م دوو تاودانه جیگیرن له بر؟ له ئاراسته؟

پ۱۹: کام تایه ی بایسکل، وهستاندن له خولانه وه ئاسانتره، ئه وه ی به ههوا

یان ئه وه ی به ئاو بر ده کریت؟

پ۲۰: ئایا کاته له ره ی سیسته میکی بارسته — سپرینگی له راوه به شاولی

هه لئاسراو، به پپی هه ریه که له م هۆکارانه چۆن ده گۆرپیت. بارسته ی ته نه که،

فراوانی له رینه وه، نه گۆری هیزی سپرینگه که، تاودانی کیشکردن.

پ۲۱: فرۆکه وانیکی گهردونی له هه ساره ی مه ریخ دا، به به کاره یانی

سپرینگیکی نه گۆره هیز زانراو و سعاتیکی ته وقیت توانی بارسته ی به ردیکی

مه ریخ دیاری بکات. روونی بکه ره وه چۆن ئه مه ی کردووه؟

پ۲۲: کاته له ره ی، به ندول چۆن ده گۆرپیت: a) به زیادکردنی درێژییه که ی.

b) به زیادکردنی بارسته ی گویه که ی. c) به زیادکردنی فراوانی له رینه وه که ی.

d) به گواستنه وه ی له رووی ده ریاوه بۆ چیا یه کی بڵند. e) به

گواستنه وهی بۆ هه یف. f به گواستنه وهی بۆ خۆر (خۆر به ته نیکی ئاسایی دابنی).

پ٢٣: نه گهر درێژی میلی ده قیقه ژمیری سعاتیکی گهره ی دیوار $1.8m$ بیت. ئایا: a ههریه كه له گۆشه خیرایی و گۆشه تاودانی ئەم میلە چەندە؟ b ههریه كه له خیرایی به هیل و چه قه تاودانی خالێکی سه ره به ره لاکه ی ئەم میلە چەندە؟ وه لام:

$$a) 1.75 \times 10^{-3} \text{ rad/s} , 0 \quad b) 3.14 \times 10^{-3} \text{ m/s} , 5.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$$

پ٢٤: نه گهر گۆشه خیرایی په پکه یه كه به ریکی له 120 rev/min بـ خۆر 660 rev/min له ماوه ی 9 s زیاد بکات بدۆزه وه: a گۆشه تاودانی ئەم په پکه یه. b گۆشه لادانی برپاو له م ماوه یه دا. c گۆشه خیرایی دوا ی تیپه ربوونی 4.5 s له ده ستپیکردنی به زیادبوونی گۆشه خیراییه که ی. d گۆشه لادانی برپاو له نیوه ی یه که م و له نیوه ی دووه می ماوه ی کاتی خولانه وه که ی. e تاودانی به هیل خالێکی سه ره په پکه که 0.14 m له چه قه که یه وه دوربیت. وه لام:

$$2\pi \text{ rad/s}^2 , 117\pi \text{ rad} , 13\pi \text{ rad/s} , 38.25 \pi \text{ rad} , 78.75 \text{ rad} , 0.28\pi \text{ m/s}^2$$

پ٢٥: ره وره وه یه له شیوه ی په پکه یه , بارسته که ی 8 kg و نیوه تیره که ی 0.5 m به گۆشه خیراییه کی ریک به ده وری ته وه ره که یدا ده خولیته وه که به چه قه که یدا تیپه پ ده بیت و له سه ره ردو رووه که ی ستوونه. نه گهر ئەم ره وره وه له ماوه ی 4 s دا 20 rev خول بدات ئایا: a گۆشه خیراییه که ی چەندە؟ b لیکه وته خیرایی خالێک له سه ره لیواره که یه تی چەندە؟ c نه و گۆشه پالهی له و ماوه یه دا کارده کاته سه ره ره وره وه که چەندە؟ d گۆشه ته وژم و جووله وزه ی به خولی ئەم ره وره وه یه چەندە؟ وه لام: $10\pi \text{ rad/s} , 5\pi \text{ m/s} , 0 , 10\pi \text{ kg.m}^2/\text{s} , 50\pi^2 \text{ J}$

پ۲۶: نیوه تیره ی په پکه یه $0.3m$ ، هیژنکی لینک وته $10N$ کاری له لیواره کې کړد. له وه ستانه وه به گوشه تاودانیکی ریک دهستی به خولانه وه کړد. تا لینک وته خیرایی خالیکې سر لیواره کې بوو به $4.5 m/s$. وه گوشه ته وژمه کې بوو به $150 kg \cdot m^2/s$ (نایا: a) زه بری بارنه گورپنی په پکه کې. b) گوشه تاودانه کې. c) جووله وزه به خوله کې چندن؟ وه لام: $10 kg \cdot m^2$, $0.3 rad/s^2$, $1125 J$

پ۲۷: دوو تهنی چوښه ک، بارسته ی هر یه کیان m ه و دوری نیوانیان $(2r)$ ه. به دوری ته وری O که له ناوه پاستی دوری نیوانیان دایه ده خولینه وه به لینک وته خیرایی V بو هر یه کیان. a) بری زه بری بارنه گورپنی نه و کومه له (دو تهنه) به دوری ته وری O چنده؟ b) گوشه ته وژمی نه و کومه له چنده؟ c) جووله وزه ی به خولی نه و کومه له چنده؟ وه لام: $2 mr^2$, $2 mvr$, $m v^2$

پ۲۸: کاتیک ئوتومبیلک، به ریکې، خیراییه کې له $90km/h$ بو $60 km/h$ که م ده کاته وه، تایه کانی $85 rev$ خول ده دهن. نه گهر نیوه تیره ی هر تایه بییه $0.45 m$ بیت: a) گوشه تاودانی تایه کان چنده؟ b) نه گهر ئوتومبیلکه به رده وام بیت له جووله، به هه مان تیکرایی هیواشبیته وه چنده زنده کاتی ده ویت تا ده وه سیتیت؟ وه لام: $1.56 rad/s^2$, $24 s$

پ۲۹: په تیک به سر خلوکه یه ک تپه پووه، بارسته ی $3.8 kg$ به کوتایی لایه کی په ته که هه لواسراوه و بارسته ی $3.4 kg$ به کوتایی لایه کیتری هه لواسراوه. خلوکه کش لووله کیکی پته وی ریکه. نیوه تیره کې $3cm$ و بارسته کې $0.8 kg$. نه گهر ته وهر هه لگره کې خلوکه که بیلیکخشانندن بیت، نایا تاودانی نه و دوو بارسته چندن؟ وه لام: $0.52 m/s^2$

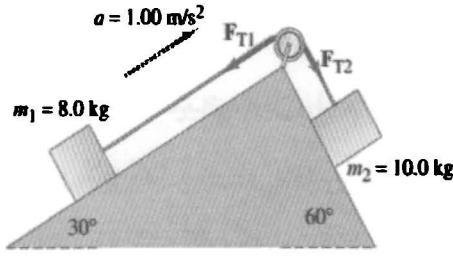
پا۳۰: (گوشه ته وژمی ره وپه وهیه کی تیزکردنه وه چنده به شیوه ی
 لوله کیکی ریکه بارسته کی $2.8kg$ و نیوه تیره کی 18 cm و 1500 rev/min
 خول له دهقیقه یه کدا دهکات؟ (b) بری ئه و زه بره چنده، له ماوه ی $7s$
 دهیوه ستینیت؟ وه لام: $7.1\text{ kg. m}^2/s$,, -1 m.N

پا۳۱: وا دابنی که په په کانی په روانه کی هلیکوپته ریک به شیوه ی توولی
 باریکن. نه گهر هر په ریک له سی په په کانی په روانه ی هلیکوپته ره که
 دریژییه کی 3.75 m و بارسته کی 160 kg بیت، زه بری بارنه گورینی ئه م
 سی په په به دهوری ته وری خولانه وه هه ژمار بکه. ئایا مه کینه ی
 هلیکوپته ره که دهبی چ زه بریک بخاته سر په روانه که بو ئه وه ی گوشه
 خیراییه که بگه ینیت بو 5 rev/s به ماوه ی 8 s .

وه لام: 2250kg.m^2 , 8837 m.N

پا۳۲: گویه کی پته وه ی نیوه تیره 0.42m . به کاریگه ری زه بریکی ده ره کی
 10.8 m.N به دهوری تیره یه کی ده خولیتته وه. ئه م زه بره، گوشه تاودانیکی
 ریکی پیده دات، وا دهکات له راوه ستانه وه گوشه لادانی 180 rev خول به
 ماوه ی 15 s بریت. ئایا بارسته ی گویه که چنده؟

وه لام: 15.3kg



وننه (8-32)

پاڻ۳۳: دوو بلوڪ به په ٽيڪي سووك كه

به سهر خلوڪه يه كي نيوه تيره $0.25m$

تيپه رده بيت به يه كتری به ستراون. ويته

(8-32) دوو بلوڪه كه به رهو لای راست

به تاودانی $1m/s^2$ له سهر دوروهه ليژه

بيليکخشانندنه كه ده جوولين:

(a) گرزی T_2, T_1 هريهك له دوو به شه كه ي په ته كه ديارى بكه. (b) به رنه نجامى

نه و دوو زه بره ي كار له خلوڪه كه ده كات چهنده؟ (c) زه برى بارنه گورنى

خلوڪه كه دياريبكه.

$47 N, 75 N, 7 m. N, 1.75 kg. m^2$

وه لام:

پاڻ۳۴: كيژيكي خليسكيتنه رى ناودار, توانى تيكرپايى (rate) خولانه وهى زياد

بكات, له تيكرپايه كي سه ره تاييه وه $1rev$ خول له s 2 چرکه دا بؤ

تيكرپايه كي کوتايى $3 rev/s$. نه گهر سه رها زه برى بارنه گورپنى كيژه كه 4.6

$kg.m^2$ بيت, ثايا زه برى بارنه گورپنى کوتايى چهنده؟ فيزيابيانه چون توانى

نه مه جيبه جي بكات؟

وه لام: به نزيك كرده وهى دوو باسكه كه ي له خوويه وه, $0.77 kg.m^2$

پاڻ۳۵: گوشه ته وژمى گوى زهوى ديارى بكه. (a) به ده وري ته وهى

خولانه وه كه يدا. (دابنى زهوى گويه كي ريكه). (b) له خولگه كه ي به ده وري

خوردا. (زهوى به ته نولگه يه ك دابنى به ده وري خوردا ده سووپته وه).

بارسته ي زهوى $6 \times 10^{24} kg$, نيوه تيـــــره كه ي $6.4 \times 10^6 m$

دوريه كه ي له خور $1.5 \times 10^8 km$

وہ لām: $71 \times 10^{33} \text{ kg. m}^2 / \text{s}$, $2.7 \times 10^{40} \text{ kg. m}^2 / \text{s}$

پ۳۶: نئسٹیرہ کان، لہ تہ مہنکی ژیاناندا بہ قوناغی سووپہ رنؤفا *supernova* تیپہ پردہ بن، لہم قوناغہ دا توئلکی نئسٹیرہ کہ دہ تہ قیتہ وہو بہ ہممو لایہ کدا بہرہو دہر بلاودہ بیتہ وہو. نئوہی دہمینیتہ وہو ناوکہ کہ یتہ، نئمہش لہ ژیر کاریگہری کیشکردنی ناوہ خوی دادہر پی و دہچیتہ وہیہ ک وہ دہ بیتہ نئسٹیرہ کی نیوہ تیرہ زور بچوکی چہی زور گہورہ، پی دہگوتری نئسٹیرہی نیوترونی. دابنی قہ بارہی ناوکی نئسٹیرہ کی نئوہا پیش دارمانی ہندی قہ بارہی خوری خومانہ نیوہ تیرہ کی $(7 \times 10^5 \text{ km})$ ، بارستہ کہشی دووہندی بارستہی خور خومانہ لہ ماوہی 10 day رؤڈا 1 rev خول تہ واو دہکات. نئگہر نئم ناوکہ دابرپیٹ بؤ نئسٹیرہ کی نیوترونی نیوہ تیرہ 10 km بگوریت. نایا خیرایی خولانہ وہی نئو نئسٹیرہ نیوترونیہ دہ بیتہ چہند؟ دابنی نئسٹیرہ کہ لہ ہممو دہمہکاندا بہ شیوہی گویہ وہ لām: $5.6 \times 10^3 \text{ rev/s}$

پ۳۷: نالقیہ کی تہ نک لہ سہر رویکی ناسوی گلور دہ بیتہ وہو، خیرایی چہقی بارستہ کہی 2.1 m/s بوو لہو ساتہ دا دہستی کرد بہ سہرکہ وتنی روویکی لیژی گوشہ 21.5° . تاچ دوریہ ک بہ دریژی رووہ لیژہ کہ سہر دہ کہ ویت. $(\sin 21.5 = 0.376)$ وہ لām: 1.2 m

پ۳۸: پیاوکی بارستہ 75 kg لہ چہقی میزکی ناسوی گہورہی خولاوہ بہ گوشہ خیرایی 2 rad/s ، وہستاوہ. زہبری بارنہ گورینی میزہ کہ 1000 kg.m^2 و نیوہ تیرہ کہی 3 m . پیاوہ کہ بہ ناراستہی نیوہ تیرہ بہرہو لیواری میزہ کہ رویشٹ. a گوشہ خیراییہ کہی میزہ کہ دہ بیتہ چہند کہ پیاوہ کہ دہگاتہ رۆخی میزہ کہ؟ b بہراوردی جوولہ وزہی بہخولی سیستہمی

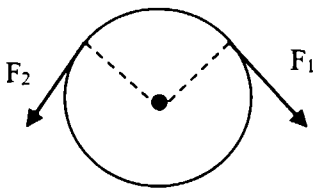
میژہ کہ و پیاوہ کہ بکہ لہ پیٹش و لہ پاش رویشتنی پیاوہ کہ . (زہبری بارنہ گورپینی پیاوہ کہ لہ چہ قی میژہ کہ دا سفرہ).

وہ لām: 40% کہ مہوون، $8 \times 10^2 J$ ونبوون $1.2 \times 10^3 J$ ، $2 \times 10^3 J$ ، 1.2 rad/s

پا۴۹: بارستہ ی گزیہ کی پتہ و 1 kg . لہ لووتکہ ی روویکی لیژی زبری بہ رزی 70 cm ، بیٰ خلیسکان گلوربؤوہ . ئایا ہر یہ کہ لہ بری خیرایی بہ ہیٹی چہ قی بارستہ ی گزیہ کہ و جوولہ وزہ بہ خولہ کہ ی لہ دامیٹی رووہ لیژہ کہ چہندن . وہ لām: $2 J$ ، 3.16 m/s

پا۴۰: بارستہ ی پہ پکہ یہ ک 80 kg و نیوہ تیرہ کہ ی 50 cm و بہ گوشہ خیرایی 360 rev/min دہ خولیتہ وہ ، ئە گەر بہ ہؤی لیکشاندن دژہ زہبری ک $(10\pi \text{ m.N})$ کاری تیہکات ، ئایا پاش چہند چرکہ لہ خولانہ وہ دہ وہ ستیت ، چہند خول دہدات تا دہ وہ ستیت؟ وہ لām: 36 rev ، 12 s

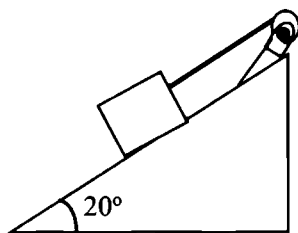
پا۴۱: گوشہ خیرایی رہ وہ رہ وہ یہ ک لہ 5 rev/s بؤ 15 rev/s زیاد ی کرد ، لہ ئەنجامی بہ جیہتینانی ئیشیکی بہ خول $80 \pi^2 J$ بہ سہریدا . ئایا بری: a) زہبری بارنہ گورپینی رہ وہ رہ وہ کہ چہندہ ؟ b) ئەو گوشہ پالہ ی کاردہ کاتہ سہر رہ وہ رہ وہ کہ چہندہ ؟ وہ لām: $4\pi \text{ N.m.s}$ ، 0.2 kg.m^2



وینہ (8-33)

پا۴۲: پہ پکہ یہ ک بارستہ کہ ی 20 g و نیوہ تیرہ کہ ی 2 cm . دوو ہیژی لیکہ و تہ کاری تیگرد (وینہ 8-33) لہ وہ ستانہ وہ دہستی بہ خولانہ وہ کرد بہ ئاراستہ ی پیچہ وانہ جوولہ ی میلی سعات ، دوای تیپہ رپوونی 1.25 s گوشہ خیراییہ کہ ی بوو بہ 250 rad/s ئە گەر $F_1 = 0.1$

N ئایا بری F_2 چہندہ . وہ لām: 0.14 N

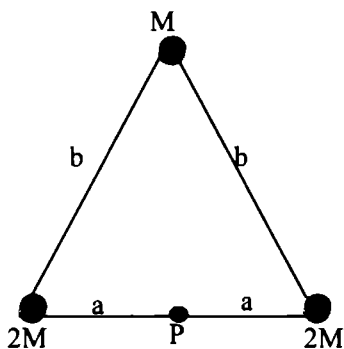


وېنه (8-34)

پاڅ: له وېنه (8-34)، څلوكه يه كې نيوه تيره $0.2m$ ته وړ ئاسوېي له لوتكې روويكې ليژي بېلېكخشاندي گوشه ليژي 20° چه سپكراوه. په تيكي بېبارسته به سهر څلوكه كه هلكراوه ته وه. لايه كې تري به سندوقيكي $2kg$ به ستراوه كه له سهر رووه ليژه كه به ره و خوار به تاوداني $2m/s^2$ ده خليسكيټ. ئايا زه بري بارنه گورپني څلوكه كه به ده وري

ته وهره كې چه نده؟ وه لام $0.054 kg.m^2$

پاڅ: ته نيكې سهرت (وېنه 8-35). له سي ته نلوكه، به توولي بېبارسته به يه كه وه به ستراون، پېكه اتوه. ده ويسرټ به ده وري ته وهرېك بخولټه وه. ستون بېت له سهر رووته خته كېان و به خالي P دا بروات. چه ند ئيش پټويسته به ري بكرټ بو ئه وه ي گوشه خيرايبى ئه م ته نه له وه ستانه وه بكرټ به $5 rad/s$. بزانه كه:



وېنه (8-35)

$$b = 50 cm, a = 30 cm, M = 0.4 kg$$

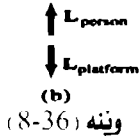
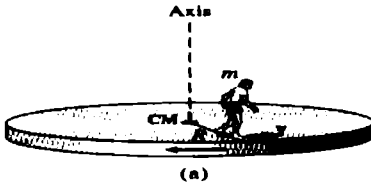
وه لام: $2.6 J$

پاڅ: بارسته ئوتومبيليك $1000kg$. بارسته ي هريهك له چوار تايه كاني 10 kg، كاتيڪ له باري جولانه وه دايه، ريژه ي جووله وزه ي به خولي چوار تايه كې بو جووله وزه ي گشتي ئوتومبيله كه چه نده؟ داني تايه كان به شيوه ي په پكهن و هاوشيوهن. وه لام: 0.02

پاڻ ۴۶: زهري باري گڻپيني رهوپه وهه ڪي فريو *fly wheel* به دهري. ته رهه ڪيدا ده کاته 0.14 kg.m^2 . گوشه ته ورڻه ڪي به ماوهي 1.5 s , له 3 $\text{kg.m}^2/\text{s}$ بڻ $0.8 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ ڪمي ڪرد. (a) ٻري نه و زهبره, به دهري ته وهري خولدان چنده, ڪه ڪاري له رهوپه وهه ڪه ڪردوه له و ماوه دا؟ (b) نه م گوشه لادانهي له م ماوه دا بريويه تي چنده؟ (c) چهند نيش به سهر ره وهه ڪه ڪراوه؟ (d) تيڪراي تواناي رهوپه وهه ڪه چنده؟ وه لام: 1.47 m.N , 20.4 rad , -29.9 J , 19.9 w

پاڻ ۴۷: ويلڪ به سهر به ستي به گوشه خيڙاي 800 rev/min به دهري ته وهريڪ (Shaft) ده خوليته وه. ويلڪي دوهم له سهره تادا وه ستاو زهري باري گڻپيني دو وهندي زهري باري گڻپيني به ڪه مه, ڪتوپر به هه مان ته وهر جووت ڪرا. (a) نايا گوشه خيڙاي نه م پيڪهاته به به ڪه وه جووت ڪراوه (دو ويله ڪه) چنده؟ (b) چ ريڙهيه ڪي جوول وه به خوله بنه پرتيه ڪه وون بووه؟ (زهري باري گڻپيني ته وه ره ڪه فه راموش بڪه) وه لام: 267 rev/min , 0.667

پاڻ ۴۸: ڪه سيڪ بارسنه ڪي 60 kg , له سهر رڻخي ميڙيڪي ناسوي ڪه وه راوه ستاو. نيوه تيره ڪي (3m) ه. وه زهري باري گڻپيني 1800 kg.m^2 . ميڙه ڪه تواناي خولانه وهي هيه به دهري ته وهريڪي شاولي به ڪه ڪه ڪيدا ده پوات. وي نه (8-36).



پیش خولانه‌ود سه‌رجه‌می گوشه‌ی ته‌وژمی میزه‌که‌و
که‌سه‌که سفره، هه‌روده‌ها له ساتی خولانه‌ودش
ده‌بیته سفر.

له سه‌ره‌تادا میزه‌که وه‌ستاوه، به‌لام که
که‌سه‌که ده‌ست به غاردان ده‌کات به
گوپی 4.2 m/s (به گوپره‌ی زه‌وی) به
ده‌وری لیواری میزه‌که. میزه‌که‌ش ده‌ست
به خولانه‌وه ده‌کات به ئاراسته‌ی
پیچه‌وانه، گوشه‌ خیرایی میزه‌که‌ه‌سیب
بکه. وه‌لام: 0.42 rad/s

پا: ٤٩؛ ته‌نیک بارسته‌که‌ی 2 kg . له‌سه‌ر ریپه‌وئیکی راست دریژییه‌که‌ی 20 cm
به‌ره‌و سه‌رو خوار به جوله‌ی هارپمونی ساده‌و به‌کاته له‌ره‌ی 4s (Peroid)
له‌ره‌له‌ر ده‌کات. نه‌وانه دیاری بکه. a فراوانی له‌رینه‌وه. b گوپو تاودانی
نه‌وته‌نه له‌راوه له ناوه‌پاستی ریپه‌وه‌که‌یدا. c گوپو
تاودانی له کوتایی سه‌ره‌وه‌ی ریپه‌وه‌که‌یدا. d گوپو تاودانی له‌و ساته‌ی
لادانه‌که‌ی 4cm . e هیزنی گه‌رینه‌ره‌وه له‌و ساته‌ی له ناوه‌پاستی
ریپه‌وه‌که‌ی دایه. f هیزنی گه‌رینه‌ره‌وه له‌و ساته‌ی لادانه‌که‌ی 8 cm له
ژیپه‌وه‌ی ریپه‌وه‌که‌یدا. وه‌لام:

$a) 10 \text{ cm}$ $b) 5 \pi \text{ cm/s}$, 0 $c) 0$, $2.5 \pi^2 \text{ cm/s}^2$
 $d) 4.53 \pi \text{ cm/s}$, $\pi^2 \text{ cm/s}^2$ $e) 0$ $f) 5000 \pi^2 \text{ dyn}$ $g) 4000 \pi^2 \text{ dyn}$

پا: ٥٠؛ سپرینگیکی لووله‌یی دریژ و سووک، کاتیک بارسته‌که‌یه‌کی دیاریکراوی
پیدا هه‌لده‌واسریت، 20 cm دریژ ده‌بیته‌وه. ئایا کاته له‌ره‌ی نه‌م بارسته‌یه
چه‌نده نه‌گه‌ر که‌میک به‌ره‌و خوار راکیشریت و ئینجا به‌ره‌للا بکریت؟ وه‌لام:

$$\frac{2\pi}{7} \text{ s}$$

پا: ٥١؛ به‌رزکه‌ره‌وه‌یه‌ک (Jackscrew)، سوودی میکانیکی نمونه‌یی (25)ه
هیزنی 180 N به‌کاره‌یترا بۆ به‌رزکردنه‌وه‌ی باریک 1335 N (Load)، سوودی

میکانیکي راسته قینهی ئەم جەگە چەندە؟ چوستیهکەى چەندە؟ ج باریک
Load دەتوانیت بەرزیکاتەوێ بە بەکارهێنانی هێزی 270 N .

وەلام: 1998 N , 29.6% , 7.4

پا٥٢: ئالقهیهکی تەنک لە لووتکەى روویکی لیژ بەرزیهکەى 15 m . بەرەو
خوار بێخلیسکان گلۆر دەبیتهوێ. ئایا خیرایی بەهێلی چەقی بارستەى ئەم

ئالقهیه لە دامینى رووێ لیژەکە چەندە؟ وەلام: 12.12 m/s

فهرست

لا پەرډ	ناوړېك	بش
۲۰-۷	<i>Units of measurements</i> يدهكه گاني پښوان	بدهي يدهكم
۴۷-۲۱	هينده نه ناراسته بيه كان و هينده ناراسته بيه كان <i>Scalar and vector quantities</i>	بدهي دووم
۱۰۸-۴۸	<i>Motion and velocity</i> جوونه و خيرايبی	بدهي مينهم
۱۵۶-۱۰۹	<i>Force, Equilibrium , moments</i> هيز، هاوسهنگی، زهبر	بدهي چوارم
۲۰۲-۱۵۷	<i>Newton's Laws In Linear Motion</i> ياساكانی نيوتن له جوونه ی به هيلدا	بدهي پنځهم
۲۵۰-۲۰۳	<i>work , power , and energy</i> نیش ، توانا ، وزه	بدهي شلمهم
۲۹۲-۲۵۱	<i>Circular Motion</i> جوونه ی بازنه یی	بدهي هلوتم
۳۶۱-۲۹۲	<i>Rotational Motion</i> جوونه ی به خول	بدهي ههشتم
۳۶۲		فهرست
۳۶۲		ليستی سدرچلومگان
۳۶۶-۳۶۶		پاڅکړ

سەرچاومكان

- Physics for Scientists and Engineers/ Douglas C. Giancoli/
- College physics / Sears.
- Fundamentals of Physics/ Halliday / Resnick
- Modern College Physics/ White.
- فيزىيا بۇ پۇلى پىنچەم وشەشمى زانستى - ئىژنەيەك لە ومزارەتى پەرۋەردە

پاشکۆ

Trigonometric Table

Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent	Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent
0°	0.000	0.000	1.000	0.000					
1°	0.017	0.017	1.000	0.017	46°	0.803	0.719	0.695	1.036
2°	0.035	0.035	0.999	0.035	47°	0.820	0.731	0.682	1.072
3°	0.052	0.052	0.999	0.052	48°	0.838	0.743	0.669	1.111
4°	0.070	0.070	0.998	0.070	49°	0.855	0.755	0.656	1.150
5°	0.087	0.087	0.996	0.087	50°	0.873	0.766	0.643	1.192
6°	0.105	0.105	0.995	0.105	51°	0.890	0.777	0.629	1.235
7°	0.122	0.122	0.993	0.123	52°	0.908	0.788	0.616	1.280
8°	0.140	0.139	0.990	0.141	53°	0.925	0.799	0.602	1.327
9°	0.157	0.156	0.988	0.158	54°	0.942	0.809	0.588	1.376
10°	0.175	0.174	0.985	0.176	55°	0.960	0.819	0.574	1.428
11°	0.192	0.191	0.982	0.194	56°	0.977	0.829	0.559	1.483
12°	0.209	0.208	0.978	0.213	57°	0.995	0.839	0.545	1.540
13°	0.227	0.225	0.974	0.231	58°	1.012	0.848	0.530	1.600
14°	0.244	0.242	0.970	0.249	59°	1.030	0.857	0.515	1.664
15°	0.262	0.259	0.966	0.268	60°	1.047	0.866	0.500	1.732
16°	0.279	0.276	0.961	0.287	61°	1.065	0.875	0.485	1.804
17°	0.297	0.292	0.956	0.306	62°	1.082	0.883	0.469	1.881
18°	0.314	0.309	0.951	0.325	63°	1.100	0.891	0.454	1.963
19°	0.332	0.326	0.946	0.344	64°	1.117	0.899	0.438	2.050
20°	0.349	0.342	0.940	0.364	65°	1.134	0.906	0.423	2.145
21°	0.367	0.358	0.934	0.384	66°	1.152	0.914	0.407	2.246
22°	0.384	0.375	0.927	0.404	67°	1.169	0.921	0.391	2.356
23°	0.401	0.391	0.921	0.424	68°	1.187	0.927	0.375	2.475
24°	0.419	0.407	0.914	0.445	69°	1.204	0.934	0.358	2.605
25°	0.436	0.423	0.906	0.466	70°	1.222	0.940	0.342	2.747
26°	0.454	0.438	0.899	0.488	71°	1.239	0.946	0.326	2.904
27°	0.471	0.454	0.891	0.510	72°	1.257	0.951	0.309	3.078
28°	0.489	0.469	0.883	0.532	73°	1.274	0.956	0.292	3.271
29°	0.506	0.485	0.875	0.554	74°	1.292	0.961	0.276	3.487
30°	0.524	0.500	0.866	0.577	75°	1.309	0.966	0.259	3.732
31°	0.541	0.515	0.857	0.601	76°	1.326	0.970	0.242	4.011
32°	0.559	0.530	0.848	0.625	77°	1.344	0.974	0.225	4.331
33°	0.576	0.545	0.839	0.649	78°	1.361	0.978	0.208	4.705
34°	0.593	0.559	0.829	0.675	79°	1.379	0.982	0.191	5.145
35°	0.611	0.574	0.819	0.700	80°	1.396	0.985	0.174	5.671
36°	0.628	0.588	0.809	0.727	81°	1.414	0.988	0.156	6.314
37°	0.646	0.602	0.799	0.754	82°	1.431	0.990	0.139	7.115
38°	0.663	0.616	0.788	0.781	83°	1.449	0.993	0.122	8.144
39°	0.681	0.629	0.777	0.810	84°	1.466	0.995	0.105	9.514
40°	0.698	0.643	0.766	0.839	85°	1.484	0.996	0.087	11.43
41°	0.716	0.656	0.755	0.869	86°	1.501	0.998	0.070	14.301
42°	0.733	0.669	0.743	0.900	87°	1.518	0.999	0.052	19.081
43°	0.750	0.682	0.731	0.933	88°	1.536	0.999	0.035	28.636
44°	0.768	0.695	0.719	0.966	89°	1.553	1.000	0.017	57.290
45°	0.785	0.707	0.707	1.000	90°	1.571	1.000	0.000	∞

Metric (SI) Multipliers		
Prefix	Abbreviation	Value
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deka	da	10^1
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

SI Derived Units and Their Abbreviations

Quantity	Unit	Abbreviation	In Terms of Base Units [*]
Force	newton	N	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
Energy and work	joule	J	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$
Power	watt	W	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$
Pressure	pascal	Pa	$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$
Frequency	hertz	Hz	s^{-1}
Electric charge	coulomb	C	$\text{A}\cdot\text{s}$
Electric potential	volt	V	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^3)$
Electric resistance	ohm	Ω	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}^2\cdot\text{s}^3)$
Capacitance	farad	F	$\text{A}^2\cdot\text{s}^4/(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$
Magnetic field	tesla	T	$\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$
Magnetic flux	weber	Wb	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$
Inductance	henry	H	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^2\cdot\text{A}^2)$

^{*}kg = kilogram (mass), m = meter (length), s = second (time), A = ampere (electric current).

Table 1 Planetary Data

Planet	Mass (kg)	Mean radius (m)	Mean distance from sun (m)	Planet	Mass (kg)	Mean radius (m)	Mean distance from sun (m)
Earth	5.97×10^{24}	6.38×10^6	1.50×10^{11}	Neptune	1.02×10^{26}	2.48×10^7	4.50×10^{12}
Earth's moon	7.35×10^{22}	1.74×10^6	—	Pluto	1.25×10^{22}	1.20×10^6	5.87×10^{12}
Jupiter	1.90×10^{27}	7.15×10^7	7.79×10^{11}	Saturn	5.68×10^{26}	6.03×10^7	1.43×10^{12}
Mars	6.42×10^{23}	3.40×10^6	2.28×10^{11}	Sun	1.99×10^{30}	6.96×10^8	—
Mercury	3.30×10^{23}	2.44×10^6	5.79×10^{10}	Uranus	8.68×10^{25}	2.56×10^7	2.87×10^{12}
				Venus	4.87×10^{24}	6.05×10^6	1.08×10^{11}

Fundamental Constants

Quantity	Symbol	Approximate Value	Current Best Value ¹
Speed of light in vacuum	c	3.00×10^8 m/s	2.99792458×10^8 m/s
Gravitational constant	G	6.67×10^{-11} N·m ² /kg ²	$6.67259(85) \times 10^{-11}$ N·m ² /kg ²
Avogadro's number	N_A	6.02×10^{23} mol ⁻¹	$6.0221367(36) \times 10^{23}$ mol ⁻¹
Gas constant	R	8.315 J/mol·K = 1.99 cal/mol·K = 0.082 atm·liter/mol·K	$8.314510(70)$ J/mol·K
Boltzmann's constant	k	1.38×10^{-23} J/K	$1.380658(12) \times 10^{-23}$ J/K
Charge on electron	e	1.60×10^{-19} C	$1.60217733(49) \times 10^{-19}$ C
Stefan-Boltzmann constant	σ	5.67×10^{-8} W/m ² ·K ⁴	$5.67051(19) \times 10^{-8}$ W/m ² ·K ⁴
Permittivity of free space	$\epsilon_0 = (1/c^2\mu_0)$	8.85×10^{-12} C ² /N·m ²	$8.854187817... \times 10^{-12}$ C ² /N·m ²
Permeability of free space	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A	$1.2566370614... \times 10^{-6}$ T·m/A
Planck's constant	h	6.63×10^{-34} J·s	$6.6260755(40) \times 10^{-34}$ J·s
Electron rest mass	m_e	9.11×10^{-31} kg = 0.000549 u = 0.511 MeV/ c^2	$9.1093897(54) \times 10^{-31}$ kg = $5.48579903(13) \times 10^{-4}$ u
Proton rest mass	m_p	1.6726×10^{-27} kg = 1.00728 u = 938.3 MeV/ c^2	$1.6726231(10) \times 10^{-27}$ kg = $1.007276470(12)$ u
Neutron rest mass	m_n	1.6749×10^{-27} kg = 1.008665 u = 939.6 MeV/ c^2	$1.6749286(10) \times 10^{-27}$ kg = $1.008664904(14)$ u
Atomic mass unit (1 u)		1.6605×10^{-27} kg = 931.5 MeV/ c^2	$1.6605402(10) \times 10^{-27}$ kg = $931.49432(28)$ MeV/ c^2

¹Reviewed 1993 by B. N. Taylor, National Institute of Standards and Technology. Numbers in parentheses indicate one standard deviation experimental uncertainties in final digits. Values without parentheses are exact (i.e., defined quantities).

Other Useful Data

Joule equivalent (1 cal)	4.186 J
Absolute zero (0 K)	-273.15°C
Earth: Mass	5.97×10^{24} kg
Radius (mean)	6.38×10^3 km
Moon: Mass	7.35×10^{22} kg
Radius (mean)	1.74×10^3 km
Sun: Mass	1.99×10^{30} kg
Radius (mean)	6.96×10^5 km
Earth-sun distance (mean)	149.6×10^6 km
Earth-moon distance (mean)	384×10^3 km

The Greek Alphabet

Alpha	A	α	Nu	N	ν
Beta	B	β	Xi	Ξ	ξ
Gamma	Γ	γ	Omicron	O	\omicron
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsilon	E	ϵ	Rho	P	ρ
Zeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	η	Tau	T	τ
Theta	Θ	θ	Upsilon	Y	υ
Iota	I	ι	Phi	Φ	ϕ, φ
Kappa	K	κ	Chi	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mu	M	μ	Omega	Ω	ω

بنه ماكانى ميكانيك

FUNDAMENTAL OF MECHANICS

ئەم كىتەپ باسنى بابەتنى ميكانيكى كلاسسىكى دەكات، ئەمەش لىقكە لە لقەكانى فېزىيا، بەدەرۈزە سەرەتايى بۇ تىگەششەن و دىراسەتنى گشت بابەتەكانى تىرى فېزىيا دادەنرەت.

قوتايىنى قۇناغى ئامادەيى و قۇناغە سەرەتايەكانى كۆلۈزە زانستەكان سوود لەم كىتەپ دەيىن، ھەرۈمە مامۇستاكانى زانستى دەتوانن ۋەك سەرچاۋەپەك بۇ فراوانكردنى ئاستى زانستىيان و پالېشتىك بۇ پىشخستى رېگاكانى گوتنەۋەي وانەكان سوودى لە ۋەرگرن.

كىتەپ (بنه ماكانى ميكانيك) ھەرسەت بەشەكەي ميكانيكى تىلدايە،
- كايناماتىك، ئەم بەشە لە جوولەي تەنەكان دەكۇلەتەۋە، يىتەۋەي ھۇيەكانى جوولە بەيلىقە روو و ئامۇزە بۇ ھىز و بارستەبكات،
- ستاتىك، مەمەلە لەگەل تەنە ۋەستەۋەكان و ئەو ھىزانەي لەنلوانياندا ھەيە لەكاتى ھاۋسەنگ بوونيان دەكات،
- داينامىك، ئەمەش بەشلىكى ميكانيكە پەيۋەنە بەو ھىزانەي، كە جوولە، يان گۇران لە جوولە پەيدا دەكەن.

سەرەراي ئەمانە ئەم كىتەپ بەشلىكى تايەت بە جوولەي بازەيى و جوولەي بەخولەي تىلدايە و تىزىكى چۈرسەد پىرسىار و راھىلان و نەۋنەي شىكار كراۋ لە خۇ دەگىرەت.

بەدلىيەۋە ئەۋە ئەۋبەرىزەي ئەم كىتەپى دەست دەكەۋىت، سوودىكى زۇرى لە ۋەردەگىرەت ۋەك سەرچاۋەپەكى بەنرخ و خۇشەۋىست لەكتىخانە تايەتەكەي خۇي دەپپارەت.



/TafseerOffice

20,000 دىنار

WWW.IQRA.AHLAMONTADA.COM

نوسىنگەي تەفسىر

بۇ بىلۈكردنەۋە راگەياندىن

ھەۋلىر - شەقامى دادگا - ژىر ھوتىلى شىرىن پالاس

+964 750 818 08 66

www.al-tafseer.com

tafseerooffice@yahoo.com

